(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 458 119**

(51) Int. Cl.:
F16H 1/28 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2010** **E 10776544 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2014** **EP 2486305**

(54) Título: **Engranaje planetario sin soportes**

(30) Prioridad:

06.10.2009 DE 102009048429
13.10.2009 DE 102009049271

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.04.2014

(73) Titular/es:

IMO HOLDING GMBH (100.0%)
Imostrasse 1
91350 Gremsdorf, DE

(72) Inventor/es:

FRANK, HUBERTUS

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 458 119 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 sin soportes

El invento se refiere a un engranaje planetario sin soportes del tipo Wolfrom para relaciones de multiplicación altas, que comprende dos elementos de carcasa coaxiales entre si y giratorios uno con relación al otro provisto cada uno de un dentado interior en el lado interior correspondiente, con una rueda principal con un acoplamiento accesible a través de al menos un lado frontal del la carcasa para un motor de accionamiento así como con varias ruedas planetarias, que ruedan entre la rueda principal y los dentados interiores y montadas de manera flotante, es decir sin ser guiadas adicionalmente en un soporte o en un brazo portaplanetarios, sino que sus lados frontales se deslizan entre dos superficies de deslizamiento con forma de anillo planas y paralelas dispuestas en los lados interiores de las superficies frontales de los dos elementos de carcasa.

Del modelo de utilidad DE 93 18 360 U1 conforme con el género indicado se desprende una disposición conforme con el género indicado. Con el engranaje compacto divulgado en él se pueden obtener relaciones de multiplicación y de desmultiplicación grandes. En él también se divulga un elemento de carcasa fijo y un elemento de carcasa giratorio con relación a él; sin embargo, entre los dos no existe un cojinete de rotación pobre en desgaste, sino en cualquier caso un cojinete de fricción sometido a rozamiento, de manera, que un engranaje de esta clase sólo puede tener una vida útil corta.

La publicación para información de solicitud de patente alemana DE 42 24 850 A1 divulga una forma de ejecución modificada de ella. Sin embargo, en este caso no existe una carcasa en dos partes, sino una carcasa única, que puede ser fijada a dos árboles o ejes huecos de acoplamiento. Estos ejes (huecos) están montados con rodamientos con poca fricción en la carcasa o uno en otro, pero radialmente cerca del eje de rotación, en zonas desplazadas axialmente con relación a las ruedas planetarias. Esta clase de apoyo exige una mayor altura axial de construcción del engranaje, lo que no es deseable en numerosas aplicaciones.

El documento DE 26 25 429 A1 es considerado como el estado de la técnica más reciente y divulga las características del preámbulo de la reivindicación 1.

De los inconvenientes del estado de la técnica descrito resulta el problema originario del invento de perfeccionar un engranaje planetario conforme con el género indicado de tal modo, que se pueda obtener una vida útil larga, al mismo tiempo, que la altura de construcción del engranaje resulte mínima para que pueda ser utilizado por ejemplo a modo de un accionamiento de rotación. Un campo de aplicación preferido debe ser en este caso el accionamiento de rotación de elementos grandes de equipos como por ejemplo en el marco de los cojinetes giratorios de grúas, excavadoras, etc., siendo también necesario controlar, además de los pares de giro grandes, fuerzas axiales y o momentos de vuelco considerables.

La solución de estos problemas se obtiene en un engranaje planetario sin soportes del tipo Wolfrom conforme con el género indicado por medio de un dispositivo de rodamiento situado entre los dos elementos de carcasa, cuyos cuerpos de rodantes ruedan sobre pistas, que se hallan exteriores en el sentido radial a al menos un dentado interior así como a una altura axial entre las dos superficies de deslizamiento del lado de la carcasa, que guía las ruedas planetarias, así como por el hecho de que la rueda principal posee una extensión axial, que es menor que la separación entre las dos placas de cierre de las carcasas y que en su lado frontal opuesto al acoplamiento para un motor de accionamiento apoya por medio del dispositivo de rodamiento en un cuerpo de apoyo con la placa de cierre de la carcasa situada enfrente.

Al estar dispuestos el dispositivo de rodamiento a la misma altura axial que las ruedas planetarias y exteriormente en el sentido radial con relación a una rosca interior, que a rodea, no es necesario incrementar la altura de construcción del engranaje. La gran separación radial entre los cuerpos rodantes con relación al eje de rotación brinda condiciones óptimas para absorber también con seguridad momentos de vuelco grandes a consecuencia de las relaciones de palanca favorables. Además, con la separación radial grande de los cuerpos rodantes también es relativamente grande el contorno, de manera, que en una sola hilera se pueden disponer ya comparativamente muchos cuerpos rodantes, que absorben en conjunto fuerzas axiales muy grandes y las pueden transmitir entre los anillos. Con el engranaje según el invento se pueden generar relaciones de multiplicación, respectivamente de desmultiplicación extremadamente grandes, por ejemplo del orden de 1:500 hasta aproximadamente 1:1000. Con ello se pueden obtener, por un lado, con motores de accionamiento comparativamente pequeños pares de giro extremadamente grandes; por otro lado, el engranaje puede ser concebido de tal modo, que posea propiedades autobloqueantes y que eventualmente se pueda prescindir de un freno adicional.

Por el hecho de que el engranaje prescinde soportes, es decir de brazos portaplanetarios no es necesario alojar un soporte en el interior de uno de los cilindros rodeados por el/las pista(s) de rodadura de los cuerpos rodantes, con lo que la altura de construcción axial es reducida a aproximadamente la longitud de las ruedas planetarias más los dos lados interiores de las carcasas. El dispositivo de rodamiento brinda al mismo tiempo, además del control de fuerzas axiales y radiales y de momentos de vuelco enormes, una vida útil varias veces mayor en comparación con el dispositivo de cojinete de fricción dispuesto entre los elementos de carcasa. Cuando cada uno de los dos elementos de carcasa posee una superficie frontal interior al menos plana por zonas entre las que se guían las ruedas planetarias, las ruedas planetarias apoyan cada una con sus lados frontales en un lado frontal interior de los dos elementos de carcasa, siendo,

sin embargo, distintas las velocidades de rotación relativas de las ruedas planetarias, de manera, que en los dos lados frontales de una rueda planetaria se observan velocidades de deslizamiento distintas. Las superficies de deslizamiento pueden estar formas a elección por las propias placas frontales de la carcasa, en cuyo caso se recomienda, que esta se alise, respectivamente pula o en ella se pueden prever recubrimientos o forro especiales, por ejemplo de Teflon o de otro material liso y al mismo tiempo resistente a desgaste.

Se comprobó, que es ventajoso, que al menos un elemento de la carcasa – con preferencia los dos elementos de la carcasa – posea una forma de vaso o de cubeta, en especial con un lado frontal aproximadamente plano y con una superficie envolvente aproximadamente cilíndrica situada a continuación del borde de aquel. Una unidad de carcasa de esta clase sirve, por un lado, para el acoplamiento con una base, con un chasis o con cualquier otro elemento de la instalación o de la máquina y, por otro, puede asumir ya, como en un engranaje planetario, la función de una rueda hueca.

Por otro lado, al menos un elemento de carcasa puede poseer la forma de una tapa con una pestaña corrida y desplazada hacia el interior con relación a su borde exterior. Una forma geométrica de esta clase se presta en especial para la combinación con un elemento de carcasa con forma de vaso o de cubeta descrito más arriba y ello de tal modo, que la pestaña penetre totalmente o en parte en el elemento de carcasa con forma de vaso o de cubeta.

Un perfeccionamiento ventajoso del invento reside en el hecho de que al menos uno de los dos elementos de carcasa, que pueden girar uno con relación al otro, con preferencia los dos, posea(n) una superficie frontal plana para el acoplamiento con una base, con un chasis o con otro elemento de una instalación o de una máquina. En el caso normal se aplica una superficie de acoplamiento de esta clase con una superficie grande y con unión cinemática de fricción con presión al elemento de la máquina o de la instalación, que deba ser acoplado, con lo que el engranaje es alineado al mismo tiempo con relación al correspondiente elemento de la máquina o de la instalación.

Una norma de construcción ventajosa prevé, que una o con preferencia las dos superficies de acoplamiento posea(n) taladros repartidos dispuestos repartidos a modo de corona alrededor del eje de rotación, con preferencia taladros ciegos provisto de una rosca interior, para la fijación a una base, a un chasis o a cualquier otro elemento de la máquina o de la instalación. Los tornillos, que penetran en ellos fijan el correspondiente elemento de la carcasa firmemente a una base, a un chasis o a un elemento de la máquina o de la instalación.

Dio buenos resultados el que los taladros, en especial los taladros ciegos, posean en las dos superficies de acoplamiento separaciones radiales distintas con relación al eje de rotación. Esta característica se corresponde con una forma de ejecución con un elemento de carcasa con forma de vaso y con un elemento de carcasa con forma de tapa con una pestaña desplazada radialmente hacia el interior. En este caso se pueden mecanizar los taladros ciegos, por un lado en la pestaña y, por otro, en la superficie envolvente, que la rodea exteriormente.

Los dos elementos de carcasa, que pueden girar uno con relación al otro, deberían ser hermetizados mutuamente, por ejemplo con una junta anular fijada a uno de los elementos de la carcasa y cuyo labio de hermetización se introduzca elásticamente a presión en el otro elemento de carcasa.

Una disposición en la que el dispositivo de rodamiento posea dos anillos giratorios uno con relación al otro entre los que ruedan los cuerpos rodantes brinda ventajas adicionales. Para ello se pueden prever en cada uno de los anillos una o varias pista(s) de rodadura para guiar los cuerpos rodantes, que ruedan en ellas. Estas pistas pueden ser mecanizadas directamente en el cuerpo de base del correspondiente anillo.

Una forma de ejecución de esta clase puede ser perfeccionada en el sentido de que los anillos giratorios uno con relación al otro formen siempre una parte de un elemento de carcasa. Con ello se agrupa en un elemento de construcción, acoplamiento, respectivamente fijación a un elemento de la máquina o de la instalación una pluralidad de funciones; protección contra daños y la penetración de partículas ajenas; retención del lubricante contenido, con preferencia grasa, pero eventualmente también aceite; refuerzo de la carcasa; apoyo giratorio; rueda hueca con dentado interior.

Al marco del invento también pertenece, que los anillos giratorios uno con relación al otro del dispositivo de rodamiento estén integrados o unidos cada uno con una placa del lado frontal, en especial estén atornillados. Esta placa sirve con preferencia para el apoyo o la conducción de las partes móviles de la carcasa.

El dispositivo de rodamiento entre los dos anillos o elementos de carcasa giratorios uno con relación al otro se configuran con preferencia a modo de un cojinete radial, con preferencia de tal manera, que pueda absorber las fuerzas radiales, las fuerzas axiales y los momentos de vuelco.

Dio buenos resultados el que el dispositivo de rodamiento situado entre los dos anillos o elementos de carcasa giratorios uno con relación al otro se construya con una o varias hileras. En una forma de ejecución con varias hileras se puede incrementar la fuerza portante con una sección transversal eventualmente menor de los cuerpos rodantes.

El dispositivo de rodamiento entre los dos anillos o elementos de carcasa giratorios uno con relación al otro puede poseer, según sea la forma de construcción, una o varias hileras de bolas y/o hileras de rodillos. Las bolas poseen una superficie convexa doble y junto con pistas de rodadura con curvatura cóncava doble aproximadamente complementaria

desde el punto de vista de la sección transversal son capaces de absorber tanto fuerzas axiales y radiales, como también momentos de vuelco y transmitirlas de un anillo al otro. Cuando se utilizan varias hileras de cuerpos rodantes también es, sin embargo, posible que los cuerpos rodantes de una o de varias hileras se configuren como rodillos.

Al menos un elemento de carcasa debería presentan un lado frontal cerrado, en especial sin paso o salida de un árbol de accionamiento o de salida. Con ello también es imposible, que en este punto penetren en la carcasa partículas ajenas durante un funcionamiento rudo.

Otra característica del invento es, que al menos uno de los anillos o de los elementos de carcasa giratorios uno con relación al otro posea un dentado interior. Los anillos o los elementos de carcasa giratorios uno con relación al otro pueden poseer con preferencia un dentado interior cada uno. Con ello se convierten en un componente funcional del engranaje. Las pistas para los cuerpos rodantes del dispositivo de rodamiento y los dentados interiores del correspondiente anillo se forman con preferencia por mecanizado o conformado del cuerpo principal del propio elemento de anillo, respectivamente de acoplamiento.

En el marco de una forma de ejecución alternativa de ello se dispone en el lado interior de al menos uno de los dos anillos o elementos de carcasa giratorios uno con relación al otro un anillo adicional, que posea un dentado interior. Este anillo adicional con dentado interior puede ser fijado por ejemplo con tornillos al anillo exterior correspondiente.

Los dentados interiores de los dos anillos o elementos de carcasa giratorios uno con relación al otro pueden poseer en estas ejecuciones diámetros del círculo primitivo idénticos o casi idénticos.

El invento se caracteriza, además, por el hecho de que entre los números z_{H1}, z_{H2} de dientes de los dentados interiores de los dos elementos de carcasa existe la diferencia $\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}|$ de dientes:

$$\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}| \geq 1.$$

Esta diferencia del número de dientes da lugar a un giro relativo menor entre los dos anillos durante el giro de las ruedas planetarias.

La diferencia $\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}|$ entre el número de dientes z_{H1}, z_{H2} de los dentados interiores de los dos elementos de carcasa es con preferencia igual o menor que la cantidad p las ruedas planetarias, en especial menor que la cantidad de ruedas planetarias engranadas:

$$\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}| \leq p.$$

Se obtienen relaciones especialmente sencillas, cuando la diferencia Δz de los números de dientes es igual a la cantidad p de ruedas planetarias:

$$\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}| = p,$$

ya que entonces los dientes de de los dentados interiores de los dos anillos quedan alineados en la zona de cada rueda planetaria y se pueden utilizar ruedas planetarias con un dentado corrido, que penetra al mismo tiempo en los dos dentados interiores. Por otro lado, la diferencia Δz del número de dientes debería ser lo más pequeña posible para que multiplicación o la desmultiplicación del engranaje sea especialmente grande. Debido a estas relaciones es especialmente relevante el margen de $1 \leq \Delta z \leq p$.

En el caso más general, los dentados de los lados interiores de los dos elementos de carcasa deberían poseer diferentes cocientes del diámetro d del círculo primitivo y de la división ρ:

$$\Delta(d/\rho) = |d_{H1}/\rho_{H1} - d_{H2}/\rho_{H2}| > 0.$$

Tanto con un división distinta de los dientes, respectivamente módulos distintos, como también con distintos diámetros del círculo primitivo se podría alcanzar una relación de transmisión del engranaje. Por lo tanto, los dentados en los lados interiores de los dos elementos de carcasa se podrían diferenciar desde el punto de vista de su diámetro d_{H1}, d_{H2} del círculo primitivo y/o de su división ρ_{H1}, ρ_{H2} en especial de tal modo, que se cumpla la siguiente desigualdad;

$$1/\pi \leq \Delta(d/\rho) = |d_{H1}/\rho_{H1} - d_{H2}/\rho_{H2}| \leq p/\pi.$$

En el marco de una forma de ejecución preferida poseen los dentados en los lados interiores de los dos elementos de carcasa los mismos diámetros d del círculo primitivo, mientras que sus divisiones ρ_{H1}, ρ_{H2} se diferencian entre sí:

$$\Delta d = d_{H1} - d_{H2} = 0;$$

$$\rho_{H1}/(p^*|z_{H1} - p|) \leq \Delta\rho = |\rho_{H1} - \rho_{H2}| \leq \rho_{H1}/|z_{H1} - 1|,$$

La diferencia entre las divisiones de los dos dentados interiores no debería ser demasiado grande para que las ruedas planetarias engranen en ninguno de los dos dentados interiores, sino que puedan rodar con suavidad.

Para evitar una excentricidad debida a ruedas giratorias, que giran, debería ser la cantidad n de ruedas planetarias igual a dos o más, con preferencia tres o más, en especial cuatro o más.

A consecuencia de consideraciones análogas, dos ruedas planetarias adyacentes de un total de n ruedas planetarias deberían estar desplazadas 360º/n una con relación a la otra, de manera, que se obtenga también una disposición simétrica desde el punto de vista dinámico.

Según el invento se prevé, además, que los ejes de todas las ruedas planetarias sean paralelos entre sí. En este caso, los diámetros de los círculos primitivos de los dentados engranados son constantes en toda la longitud activa de un elemento de construcción y los dentados pueden rodar con suavidad uno en otro.

El invento recomienda, que todas las ruedas planetarias sean limitadas por envolventes cilíndricas en las que estén mecanizados o conformados los dentados. En este caso se trata de un distanciamiento intencionado de otras formas geométricas, como por ejemplo ruedas dentadas con forma de cono o cónicas o con forma de tonel, que poseen propiedades más desfavorables para el presente invento.

Se obtienen ventajas especiales por el hecho de que al menos una rueda planetaria posea una cavidad concéntrica con su eje de rotación, con preferencia un taladro, en especial un taladro pasante. Con ello se puede reducir eventualmente el peso.

Siempre que el diámetro interior de la cavidad o del taladro, en especial del taladro pasante, se dimensione en una rueda planetaria de tal modo, que el grueso de pared residual desde el pie del diente hasta el taladro interior sea igual o menor que el triple del módulo de dientes de la rueda planetaria, con preferencia igual o menor que el doble del módulo de dientes, en especial igual o menor que el módulo de dientes sencillo, una rueda planetaria de esta clase con forma de vaina posea comparativamente una elasticidad grande y se puede deformar con facilidad elásticamente en caso necesario.

Siempre que – como prevé, además, el invento – se fabrique una rueda planetaria con una pequeña sobremedida, es obligada al engranar con la rueda principal, por un lado, y con el dentado interior, por otro, a deformarse ligeramente con lo que es posible una transmisión de carga absolutamente carente de holgura.

La construcción puede ser simplificada adicionalmente por el hecho de que al menos una rueda planetaria posea un dentado pasante entre sus dos lados frontales. Una rueda planetaria de esta clase está supeditada a que en su zona de engrane los dientes de los dentados interiores de los dos anillos estén alienados mutuamente con bastante precisión.

El invento es optimizado adicionalmente por el hecho de que al menos una rueda planetaria posea un dentado partido transversalmente con relación a su eje longitudinal y girado uno contra el otro en la dirección azimutal. Una rueda planetaria de esta clase puede ser utilizada también en aquellos puntos en los que los dientes de los dentados interiores no estén alineados.

la vista de las pequeñas diferencias de los números de dientes entre los dos dentados interiores es posible, que los dos dentados girados uno contra el otro de una rueda planetaria posean el mismo número de dientes.

Las ruedas planetarias con dentados girados uno contra el otro pueden ser realizadas por el hecho de que los dos dentados girados uno contra el otro de una rueda planetaria se dispongan en bordes dispuestos separados, montados sobre un árbol común, en especial un árbol de chaveta múltiple. Cuando las ruedas planetarias poseen en su lado interior una estructura de su superficie complementaria del árbol de chaveta múltiple, pueden ser montadas sobre él con unión cinemática de forma, conservándose de manera permanente la posición de giro prefijada. Se puede obtener un giro relativo de los tramos dentados de las dos ruedas (parciales) ensambladas, por un lado, por el hecho de que la estructura interior de la superficie de las dos ruedas está desplazada, respectivamente girada una contra otra o por el hecho de que la estructura de la superficie posee una división azimutal más fina que el dentado en el lado exterior, en especial un múltiplo de él, de manera, que las ruedas puedan ser montadas en posiciones giro distintas sobre un árbol común, en especial un árbol de chaveta múltiple, diferenciándose entre sí dos posiciones de giro “adyacentes” en menos de una división de los dientes en el lado exterior, por ejemplo en la mitad, un tercio o un cuarto de esta última.

La fricción interna del engranaje puede ser minimizada si el dentado de la rueda principal posee una extensión axial más corta que las ruedas planetarias, en especial sólo aproximadamente la mitad de la extensión axial de aquella; en especial, cuando se utilizan ruedas planetarias partidas se puede evitar con ello un agarrotamiento.

Una posibilidad para el apoyo de la rueda principal se brinda sobre o en al menos un lado frontal de la carcasa.

Finalmente, es conforme con la doctrina del invento, que la rueda principal posea una acoplamiento accesible a través de al menos un lado frontal de la carcasa. Con este acoplamiento se puede acoplar con preferencia un motor de accionamiento, que en el caso normal no necesita disponer de un freno, ya que el engranaje según el invento es en general autobloqueante, es decir, que incluso con una carga de tracción entre los dos anillos de acoplamiento no se mueve el engranaje, incluso, cuando no se genera un par de frenado en el tercer acoplamiento.

Otras características, detalles, ventajas y efectos sobre la base del invento de desprenden de la descripción que sigue de una forma de ejecución preferida del invento así como del dibujo. En él muestran:

La figura 1, una sección transversal de un engranaje según el invento aproximadamente a lo largo de la línea I- I de la figura 2.

La figura 2, una sección de la figura 1 a lo largo de la línea II – II.

El engranaje 1 según el invento se concibió para un servicio rudo y para esfuerzos extremos y al mismo tiempo es, sin embargo, compacto. Posee una carcasa 2 aproximadamente cilíndrica, que rodea todos los elementos móviles.

Además, en este caso no se trata sólo de un engranaje puro, sino también de un acoplamiento giratorio capaz de transmitir fuerzas axiales y radiales así como momentos de vuelco entre dos elementos de acoplamiento. Esto es producido con un dispositivo 4 de rodamiento dispuesto en el contorno 3 exterior de la carcasa 2.

Este dispositivo 4 de rodamiento comprende dos anillos 5, 6 concéntricos con una separación mutua pequeña, de manera, que la ranura 7 remanente entre los dos anillos 5, 6 permite un giro suave entre los dos anillos 5, 6.

En la ranura 7 entre los dos anillos 5, 6 se hallan varias, en el presente ejemplo dos, hileras de cuerpos rodantes, en especial bolas.

Como permite apreciar la figura 2, los dos anillos 5, 6 poseen formas distintas. El anillo 5 interior a las hileras 8 de bolas posee una sección transversal aproximadamente rectangular, mientras que el anillo 6 exterior a las hileras 8 de bolas posee una sección transversal con forma aproximada de L con una garganta 9 corrida en su lado interior para el alojamiento del anillo 5 interior, siendo la sección transversal de la garganta 9 algo mayor que la sección transversal del anillo 5 alojado en ella. Las pistas para las bolas 8 están mecanizadas, respectivamente conformadas en la superficie 10 exterior del anillo 5 interior, por un lado, y en la superficie 11 envolvente de la “pestaña” con eje aproximadamente paralelo del anillo 6 exterior. Debido a esta disposición posee el dispositivo 4 de rodamiento las propiedades de un cojinete radial, que puede absorber así como transmitir fuerzas radiales y axiales así como momentos de vuelco.

En los lados frontales mutuamente opuestos de los dos anillos 5, 6 se disponen distribuidos en forma de corona varios taladros 12, 13 con rosca interior, en especial taladros ciegos.

Algunos de estos taladros 12, 13 sirven para el atornillado del correspondiente anillo 5, 6 con una placa 14, 15 de cierre de la carcasa en el lado frontal. Cada una de las dos placas 14, 15 de cierre de la carcasa posee taladros 16, 17, 18, 19 alineados con los taladros 12, 13 del correspondiente anillo 5. En este caso existen taladros 16, 17, 18, 19 con distintas secciones transversales: mientras que los taladros 17, 19 poseen una forma escalonada, que se estrecha hacia el correspondiente anillo 5, 6 y que sirve para el alojamiento de tornillos 20, 21 de la carcasa, los demás taladros 16, 18 poseen una forma recta y sirven como paso para tornillos para la unión de un elemento 5, 14, respectivamente 6, 15 de carcasa con elemento de máquina o de instalación no representado. Dado que estos taladros 16, 18 pasantes no poseen una rosca, tampoco absorben fuerzas; la unión cinemática de fuerza se crea en realidad con los anillos 5, 6, que se fijan con tornillos o análogos a un elemento de máquina o de instalación y aprisionan entre sí la placa 14, 15 de cierre de la carcasa.

Con ello, un anillo 5, 6 forma siempre junto con la placa 14, 15 de cierre de la carcasa fijada a él uno de los dos elementos de carcasa, que son giratorios uno con relación al otro. En general se acoplará uno de ellos con una base, con un chasis o análogo y el otro con un elemento de máquina o de la instalación giratorio con relación a aquel. Con ello se asigna a este último, debido al dispositivo 4 de rodamiento una posición determinada y el único grado de libertad, que queda es un giro alrededor del eje del dispositivo 4 de rodamiento.

Para poder prefijar la posición de giro se prevé un tercer acoplamiento 20. Este se dispone concéntricamente con los anillos 5, 6 y se halla con preferencia en el centro de una de las placas 14, 15 de cierre de la carcasa, en el presente ejemplo en el centro de la placa 14 de cierre superior de la carcasa. Aquí se monta de manera giratoria por medio de un rodamiento alojado en esta placa 14, en especial el cojinete 21 de bolas, un casquillo 22 concéntrico con el eje de rotación del dispositivo 4 de rodamiento. En este casquillo puede penetrar por ejemplo un árbol 23 de salida de un motor 24 de accionamiento embridado con la placa 14 de cierre de la carcasa, como se representa en la figura 2. Una unión de ranura y chaveta entre el árbol 23 de salida del motor y el casquillo 22 se encarga de una transmisión con unión cinemática de forma y con ello sin deslizamiento del motor 24 al casquillo 22.

El casquillo 22 se prolonga en el interior de la carcasa 2 en forma de una rueda 25 principal dentada. La extensión axial de la rueda 25 principal es menor que la separación entre las dos placas 14, 15 de cierre de la carcasa, por ejemplo la mitad de ella. Para el apoyo de la rueda principal puede poseer esta en su lado frontal opuesto al casquillo una espiga 26, por ejemplo conformada, que a su vez – por ejemplo con un rodamiento 27 adicional - está unida, por ejemplo atornillada – con la placa 15 de cierre de la carcasa, en especial un cuerpo 43 de apoyo cilíndrico o con forma de vaso fijado de manera giratoria.

La rueda principal posee un dentado 28 con preferencia recto con z_s dientes. Un dentado 29 interior con el mismo módulo y con la misma forma de diente se dispone en el lado interior de al menos el anillo 5, cuya superficie envolvente interior se halle a la misma altura que el dentado 28 de la rueda principal; este dentado 29 comprende z_{H1} dientes.

En la superficie envolvente interior del otro anillo 6 también se prevé un dentado 30 interior. Este se diferencia del dentado 29 del otro anillo 5 en especial en el número z_{H2} de dientes:

$$z_{H1} \neq z_{H2},$$

siendo, sin embargo, la diferencia $\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}|$ relativamente pequeña, siendo igual a 1 en el caso ideal.

En el espacio aproximadamente anular entre los dos anillos 5, 6, las dos placas 14, 15 de cierre de la carcasa y la rueda 25 principal giran varias ruedas 31, 32 planetarias, en especial repartidas de manera equidistante sobre el contorno.

Las ruedas 31, 32 planetarias están montadas sin brazo portaplanetarios, respectivamente soportes cualesquiera y se pueden extender por ello en la dirección paralela al eje desde una placa 14 de cierre de la carcasa hasta la otra 15; sin embargo, entre cada una de ellas se puede disponer una capa 33, 34 de deslizamiento, por ejemplo de un material liso, pero resistente y con ello resistente a desgaste como por ejemplo Teflon. Estas capas 33, 34 de deslizamiento sirven entonces como superficies de guía para las ruedas 31, 32 planetarias y aseguran, que sus ejes longitudinales 35 sean siempre paralelos al eje 36 de rotación de la carcasa 2 del engranaje. Las ruedas 31, 32 planetarias se dimensionan de tal modo, que rueden con una holgura ligera o incluso sin holgura entre la rueda 25 principal y el dentado 29 interior correspondiente a ella. Poseen el mismo módulo de dientes que la rueda 25 principal y el dentado 29 interior. Las ruedas planetarias ruedan, debido a esta disposición general, alrededor de la rueda 25 principal durante una revolución de esta y se deslizan al mismo tiempo a lo largo del dentado 29 interior.

Al mismo tiempo engranan con el dentado 30 interior adicional del segundo anillo 6, poseyendo las ruedas 31, 32 planetarias en su zona engranada con el dentado 30 interior el mismo número z_p que en su zona, que engrana con el dentado 29 interior del primer anillo 5. Cuando hayan rodado una vez alrededor del contorno del círculo primitivo del dentado 29 interior del anillo 5 (fijado por ejemplo a una base o a un chasis), respectivamente a lo largo de sus z_{H1} dientes también rodaron sobre z_{H1} dientes del segundo anillo 6. Dado, sin embargo, que este posee z_{H2} dientes , tiene que girar en este espacio de tiempo $\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}|$ con relación al primer anillo 5, es decir la pequeña diferencia de los números de dientes. De ello resulta una desmultiplicación extremadamente grande de la rueda 25 solar, respectivamente de un accionamiento 24 engranado con ella con relación al anillo 6, que sirve de salida (o anillo 5, si el anillo 6 está fijado a una base o a un chasis), de por ejemplo aproximadamente 500:1 hasta aproximadamente 1.000:1. Esta desmultiplicación grande posee el efecto secundario frecuentemente no deseado de que el engranaje sea autobloqueante, es decir, que una carga que ejerza una tracción, respectivamente una rotación en un anillo 5, 6 no es capaz de imprimir al motor 24 carente de freno un movimiento de rotación.

Como se desprende del dibujo, existen de una manera general dos clases de ruedas planetarias: las ruedas 31 planetarias no están partidas (véase la parte derecha de la figura 2) y su dentado 37 se extiende de manera continua entre los dos lados 38, 39 laterales, sin escalón de ninguna clase. Además de ellas pueden existir ruedas 32 planetarias (véase la parte izquierda de la figura 2) partidas en una zona 40 superior y en una zona 41 inferior. Si bien las dos zonas 40, 41 están dentadas, en especial con el mismo módulo, respectivamente con la misma cantidad z_p y forma de los dientes, los dientes de las dos zonas 40, 41 no están alineados entre sí, sino que están girados unos con relación a otros un pequeño valor. La separación entre las dos zonas 40, 41 se halla a la altura de la desembocadura de la ranura 7 entre los dos dentados 29, 30 interiores, de manera, que cada zona 40, 41 sólo engrana con exactamente un dentado 29 o 30 interior para evitar un agarrotamiento. Las dos zonas 40, 41 están unidas, sin embargo, entre sí de manera rígida a giro, lo que puede suceder por ejemplo por el hecho de que cada zona 40, 41 de dentado se configure con forma de anillo con un dentado fino en el lado interior, que posea un número z_p de dientes varias veces mayor, por ejemplo doble, que el número z_p de dientes del dentado exterior de una de las zonas 40, 41:

$$z_{pi} = n^* z_p \text{ con } k = 2, 3, 4,...$$

Las dos zonas 40, 41 dentadas están montadas de manera rígida a giro sobre un árbol 42 de chaveta múltiple o análogo, pero giradas una con relación a la otra uno o varios dientes, pero menos que k dientes, de manera, que los dientes de las zonas 40, 41 dentadas no están alineados entre sí.

Las ruedas 32 planetarias partidas son especialmente necesarias cuando la cantidad n de ruedas 31, 32 planetarias no concuerda con la diferencia $\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}|$ de los dentados 29, 30 interiores.

En el caso de que $n = \Delta z$, se puede prescindir de las ruedas planetarias partidas. En especial en una forma de ejecución de esta clase existe la posibilidad de que las ruedas 31 planetarias no partidas se construyan como vainas finas, siendo el grueso de la envolvente del orden de magnitud aproximado de un diente. Con ello se dotan las ruedas 31 planetarias de una determinada elasticidad y se pueden fabricar con una pequeña sobremedida, de manera, que se puedan alojar con presión en el espacio hueco del engranaje. A consecuencia de esta presión engranan todas las ruedas 31 planetarias al mismo tiempo y el engranaje posee en el caso ideal una ausencia total de holguras.

LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA

1	Engranaje
2	Carcasa
3	Contorno
4	Dispositivo de rodamiento
5	Anillo interior
6	Anillo exterior
7	Ranura
8	Bolas
9	Garganta
10	Superficie envolvente exterior
11	Superficie envolvente interior
12	Taladro
13	Taladro
14	Placa de cierre de la carcasa
15	Placa de cierre de la carcasa
16	Taladro
17	Taladro
18	Taladro
19	Taladro
20	Acoplamiento
21	Cojinete de bolas
22	Casquillo
23	Árbol de salida
24	Motor de accionamiento
25	Rueda principal
26	Espiga
27	Rodamiento
28	Dentado
29	Dentado interior
30	Dentado interior
31	Rueda planetaria
32	Rueda planetaria
33	Capa de deslizamiento
34	Capa de deslizamiento
35	Eje longitudinal
36	Eje de rotación

37 Dentado

38 Lado frontal

39 Lado frontal

40 Zona

41 Zona

42 Árbol de chaveta múltiple

43 Cuerpo de apoyo

REIVINDICACIONES

1. Engranaje planetario del tipo Wolfrom sin soportes, que comprende dos elementos de carcasa coaxiales entre sí, giratorios uno con relación al otro, cada uno con un dentado (29, 30) interior en el lado interior correspondiente, con una rueda (25) principal con un acoplamiento accesible a través de al menos un lado (14) frontal del la carcasa (2) para un motor (24) de accionamiento así como con varias ruedas (31, 32) planetarias, que ruedan entre la rueda (25) principal y los dentados (29, 30) interiores y montadas de manera flotante, es decir sin ser guiadas adicionalmente en un soporte o en un brazo portaplanetarios, sino que sus superficies (14, 16) frontales se deslizan entre dos superficies de deslizamiento con forma de anillo planas y paralelas entre sí dispuestas en los lados interiores de las superficies frontales de los dos elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa, caracterizado por un dispositivo (4) de rodamiento entre los dos elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa cuyos cuerpos (8) rodantes ruedan sobre pistas, que

a) son exteriores en el sentido radial a al menos un dentado (29, 30) interior así como

b) se hallan a una altura axial entre las dos superficies de deslizamiento de la carcasa (2; 5,14; 6, 15) para guiar las ruedas (31, 32) planetarias, poseyendo la rueda (25) principal

c) una extensión axial, que es menor que la separación entre las dos placas (14, 15) de cierre de la carcasa

d) y que en su lado frontal opuesto al acoplamiento para un motor (24) de accionamiento apoya por medio de un dispositivo (27) de rodamiento en un cuerpo (43) de apoyo unido con la placa (15) de cierre de la carcasa opuesta.

2. Engranaje (1) planetario según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos un elemento (5, 14; 6, 15) de carcasa posee una forma de vaso o de cubeta o una forma a modo de tapa con una pestaña (5) corrida desplazada radialmente hacia el interior con relación a su borde (3).

3. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque al menos uno de los dos elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa, con preferencia los dos, posee(n) una superficie (14;15) frontal plana para el acoplamiento con una base, un chasis o con cualquier otro elemento de máquina o de instalación, de las que eventualmente una, con preferencia las dos, superficie (14; 15) de acoplamiento posee(n) taladros (12; 13) dispuestos repartidos a modo de corona alrededor del eje (36) de rotación, con preferencia taladros ciegos provistos de rosca interior, para la fijación a una base, a un chasis o a cualquier otro elemento de máquina o de instalación.

4. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo (4) de rodamiento posee dos anillos (5, 6) giratorios uno con relación al otro entre los que ruedan los cuerpos (4) rodantes, formando los anillos (5, 6) del dispositivo (4) de rodamiento giratorios uno con relación al otro con preferencia una parte de un elemento (5, 14; 6, 15) de carcasa y/o está integrado o unido, en especial atornillado, con una placa (14, 15) frontal.

5. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo (4) de rodamiento se configura entre los dos anillos (5, 6) o elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa giratorios uno con relación al otro a modo de un cojinete radial y/o posee una o varias hileras de bolas y/o de hileras de rodillos.

6. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque al menos uno de los anillos (5, 6) o de los elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa giratorios uno con relación al otro, con preferencia los dos, posee(n) un dentado (29, 30) interior.

7. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en el lado interior de al menos uno de los dos anillos (5, 6) o de los elementos (5, 14; 6,15) de carcasa giratorios uno con relación al otro se dispone un anillo adicional, que posee un dentado (29, 30) interior.

8. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones 6 ó 7, caracterizado porque los dentados (29, 30) interiores poseen en los dos anillos (5, 6) o elementos (5,14; 6, 15) de carcasa giratorios uno con relación al otro diámetros de círculo primitivo idénticos o casi idénticos.

9. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque entre los números z_{H1}, z_{H2}. de dientes de los dentados interiores (29, 30) de los dos elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa existe una diferencia $\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}|$:

$$\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}| \geq 1.$$

10. Engranaje (1) planetario según la reivindicación 9, caracterizado porque la diferencia $\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}|$ de números de dientes entre los números z_{H1}, z_{H2} de dientes de los dentados (29, 30) interiores de los dos elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa es igual o menor que la cantidad p de ruedas (31, 32) planetarias, en especial que la cantidad de ruedas (31, 32) planetarias engranadas:

$$\Delta z = |z_{H1} - z_{H2}| \leq p.$$

11. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque los dentados (29, 30) en los lados interiores de los dos elementos (5, 14; 6,15) de carcasa poseen distintos cocientes del diámetro d del círculo primitivo y la división ρ:

$$\Delta(d/\rho) = \left| d_{H1}/\rho_{H1} - d_{H2}/\rho_{H2} \right| > 0.$$

12. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado porque los dentados (29, 30) en los lados interiores de los dos elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa se diferencian desde el punto de vista de sus diámetros d_{H1}, d_{H2} del círculo primitivo, de manera que se cumpla la desigualdad siguiente:

$$1/\pi \leq \Delta(d/\rho) = \left| d_{H1}/\rho_{H1} - d_{H2}/\rho_{H2} \right| \leq p/\pi.$$

13. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones 6 a 12, caracterizado porque los dentados (29, 30) en los lados interiores de los dos elementos (5, 14; 6, 15) de carcasa poseen diámetros d del círculo primitivo iguales, mientras que sus divisiones ρ_{H1}, ρ_{H2} se diferencian entre sí:

$$\Delta d = d_{H1} - d_{H2} = 0;$$

$$\rho_{H1}/(p^* \left| z_{H1} - p \right|) \leq \Delta\rho = \left| \rho_{H1} - \rho_{H2} \right| \leq \rho_{H1}/\left| z_{H1} - 1 \right|,$$

14. Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque al menos una rueda (31, 32) planetaria posee una cavidad concéntrica con su eje longitudinal, con preferencia un taladro, en especial un taladro pasante, cuyo diámetro interior se dimensiona con preferencia de tal modo, que el grueso de pared residual es desde el pie del diente hasta el taladro interior igual o menor que el triple del módulo de dientes de la rueda (31, 32) planetaria, con preferencia igual o menor que el doble del módulo de dientes, en especial igual o menor que el módulo de dientes sencillo.

15 Engranaje (1) planetario según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque al menos una rueda (32) planetaria posee un dentado partido transversalmente a su eje longitudinal con zonas (40, 41) de dentado giradas una con relación a la otra en la dirección azimutal, poseyendo las dos zonas (40, 41) de dentado giradas una con relación a la otra de una rueda (32) planetaria con preferencia el mismo número z_p de dientes, y/o están dispuestas sobre ruedas separadas, que están montadas en un árbol común, en especial un árbol (42) de chaveta múltiple.

FIG.1

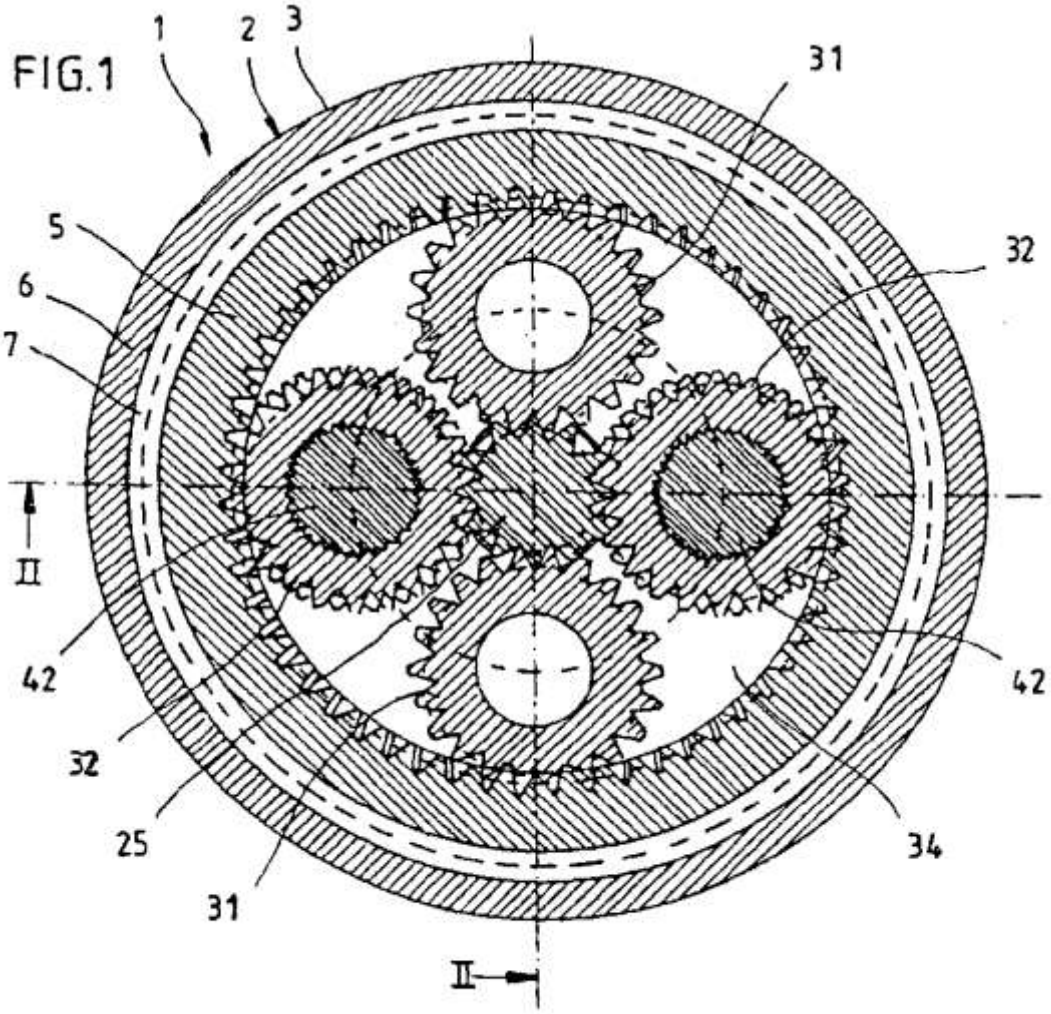
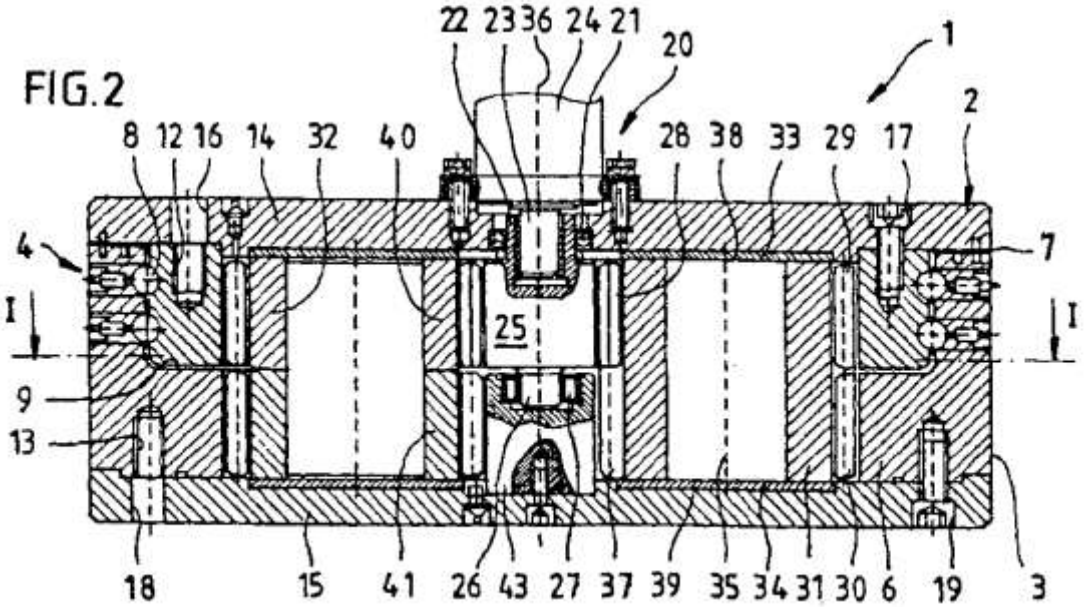

1
2
3
31
5
32
6
7
II
42
42
32
25
34
31
II

FIG.2


22 23 36 24 21
20
1
2
8 12 16 14 32 40
28 38 33 29 17
4
7
I
I
25
9
13
18 15 41 26 43 27 37 39 35 34 31 30 6 19 3