

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 809 196**

51 Int. Cl.:

F16H 49/00 (2006.01)

F16H 25/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2018 E 18153511 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3354934**

54 Título: **Engranaje coaxial con relación positiva**

30 Prioridad:

26.01.2017 DE 102017101565

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

03.03.2021

73 Titular/es:

**WITTENSTEIN SE (100.0%)
Walter-Wittenstein-Straße 1
97999 Igersheim, DE**

72 Inventor/es:

SCHREIBER, HEIKO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 809 196 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 coaxial con relación positiva

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un engranaje y a un procedimiento de fabricación de un engranaje.

10 Estado de la técnica

Del estado de la técnica se conocen cajas de cambio que comprenden dientes, que están alojados en un soporte de dientes de tal manera que pueden desplazarse radialmente. Para el accionamiento de los dientes, se usan elementos de accionamiento con un perfilado tal como, por ejemplo, discos de levas. Los dientes se engranan en los dientes internos de un dentado, de modo que hay un movimiento relativo entre el soporte de dientes con los dientes y el dentado. El movimiento relativo entre el dentado y los dientes es al menos un orden de magnitud menor que el movimiento del elemento de accionamiento con el perfilado. De esta manera se pueden conseguir altas relaciones de transmisión. Un ejemplo de engranaje de este tipo se publica en el documento DE 10 2007 011 175 A1. Otro ejemplo, publicado en el documento DE 10 2015 105 525 A1, se refiere a un engranaje, un segmento giratorio y un procedimiento para el funcionamiento de un engranaje.

Un punto crítico de estos engranajes son el cojinete de los dientes en el disco de levas y las fuerzas que actúan sobre las superficies de apoyo en el soporte de dientes. Es conveniente reducir las fuerzas con el mismo par o aumentar el par transmitido por el engranaje con las mismas fuerzas, por ejemplo, para aumentar la vida útil del engranaje o los pares máximos transmisibles. Además, las fuerzas más bajas a un par constante pueden dar lugar a un menor rozamiento en determinadas circunstancias y, por lo tanto, pueden aumentar la eficiencia del engranaje.

20 Divulgación de la invención

El objetivo de la invención es dar a conocer engranajes mejorados en comparación con los engranajes conocidos por el estado de la técnica, por lo que se debe lograr una reducción del rozamiento y, por lo tanto, una menor generación de calor o un aumento del par máximo permisible o una reducción de las fuerzas internas. Además, es objetivo de la invención dar a conocer un procedimiento para la fabricación de un engranaje de este tipo.

El objetivo se consigue con un engranaje según la reivindicación 1 y un procedimiento para fabricar una caja de cambio según las reivindicaciones dependientes. De las subreivindicaciones y de esta descripción resultan perfeccionamientos y formas de realización ventajosas.

La invención se refiere a un engranaje, en particular a una transmisión coaxial, con una rueda dentada interior con un dentado dirigido hacia dentro, un soporte de dientes dispuesto coaxialmente con respecto a la rueda dentada interior, en el cual están alojados una pluralidad de dientes para engranar con el dentado, estando los dientes montados de manera radialmente desplazables, un elemento de accionamiento con un perfilado para el accionamiento radial de los dientes radialmente desplazados, en donde el perfilado tiene al menos dos elevaciones sobre su circunferencia, estando construido el engranaje de tal manera que existe una relación de transmisión positiva entre un accionamiento a través del elemento de accionamiento y una salida a través del soporte de dientes.

La invención también se refiere a un proceso para fabricar un engranaje en una de las formas de realización típicas aquí descritas.

Las formas de realización de la invención se refieren en particular a transmisiones coaxiales. La dirección axial se refiere normalmente al eje longitudinal del engranaje. El engrane de los dientes en el dentado de la rueda dentada interior normalmente designa el engrane de los dientes en los dientes internos del dentado, que en las formas de realización típicas es circular.

En las formas de realización típicas, el elemento de accionamiento comprende un disco de levas o está formado por un disco de levas. El término "disco de levas" debe entenderse en términos generales como que el componente correspondiente no tiene que parecerse necesariamente a un disco. Más bien, el disco de levas también puede formar parte de un eje de transmisión o tener una extensión longitudinal, en particular con varias secciones. Una o más de estas secciones pueden tener un radio variable, de modo que se cumpla la función de un disco de levas. Otras secciones pueden tener otras funciones y pueden, por ejemplo, ser cilíndricas o también tener rebordes, por ejemplo, para la transmisión del par. Normalmente, el término disco de levas se refiere principalmente a la función de este componente, a saber, proporcionar un perfilado circunferencial, por ejemplo para impulsar los dientes en dirección radial o para permitir que los dientes se deslicen hacia atrás en las guías, dependiendo de la posición angular del eje de accionamiento y, por lo tanto, del disco de levas.

El dentado es normalmente un dentado circunferencial. Los dientes o las cabezas de los dientes se engranan en los dientes internos del dentado, estando normalmente los dientes montados con un desplazamiento radialmente lineal

5 en relación con el soporte de dientes. En este caso, "radialmente lineal" suele significar que hay una guía en la dirección radial, que solo permite que el diente se mueva en la dirección radial. Normalmente, un diente puede ser desplazado linealmente en una dirección exacta por la guía, lo que puede lograrse, por ejemplo, porque el diente tiene una sección transversal constante en la dirección de desplazamiento a lo largo de una cierta distancia, por lo que el soporte de dientes también tiene una abertura para el diente con una sección transversal constante. Por lo general, cada uno de los dientes del soporte de dientes está montado en el soporte de dientes de modo que pueden ser desplazados en una dirección exacta, normalmente en la dirección del eje longitudinal del diente. Además, en las formas de realización típicas, el grado de libertad de rotación de los dientes en relación con el soporte de dientes se bloquea alrededor del eje longitudinal del engranaje. Esto puede lograrse, por ejemplo, con una conducción guía lineal de los dientes en dirección radial en el soporte de dientes. De esta manera, los dientes giran con el soporte de dientes alrededor del eje longitudinal del engranaje, pero no en relación con el soporte de dientes.

15 En las formas de realización típicas de los engranajes según la invención, al menos una parte de los dientes están realizados para ser resistentes a la flexión. El término "resistente a la flexión" debe entenderse normalmente en un sentido técnico, es decir, que las curvaturas de los dientes son tan pequeñas debido a la rigidez del material de los dientes que son al menos esencialmente insignificantes para la cinemática del engranaje. Los dientes resistentes a la flexión comprenden, en particular, los dientes que están hechos de una aleación metálica, en particular de acero o de una aleación de titanio, una aleación de níquel u otras aleaciones. Además, también pueden proporcionarse dientes rígidos de plástico, en particular en el caso de los engranajes en los que al menos una de las siguientes piezas también es de plástico: el dentado de una rueda dentada interior o de una rueda dentada, el soporte de dientes y el elemento de accionamiento. En las formas de realización típicas de la invención, el portador del diente y los dientes están hechos de una aleación de metal o, adicionalmente, el dentado o más adicionalmente el elemento de accionamiento, están hechos de una aleación de metal. Estas cajas de cambio ofrecen la ventaja de que son extremadamente resistentes a la torsión y tienen una gran capacidad de carga. Las cajas de cambio que son al menos parcialmente de plástico o incluyen componentes de plástico ofrecen la ventaja de ser livianas. El término "resistente a la flexión" se refiere en particular a una resistencia a la flexión alrededor de un eje transversal del segmento de diente.

30 En las formas de realización típicas, un segmento giratorio está dispuesto entre el diente y el disco de levas, que está montado en un rodamiento de rodillos, que a su vez se apoya en el disco de levas. Las formas de realización ventajosas incluyen un segmento giratorio que está dispuesto entre la leva y al menos un diente. El segmento giratorio permite que el diente se incline con respecto a la superficie del disco de levas o con respecto al segmento giratorio. Normalmente, al menos dos dientes están montados en un segmento giratorio. En otras formas de realización, se monta exactamente un diente en cada uno de los segmentos giratorios, por ejemplo un diente redondo o un diente plano. Los dientes planos pueden ser asegurados contra la rotación sobre su propio eje en el cojinete. Varios dientes montados en un segmento giratorio suelen estar dispuestos en fila uno al lado del otro en dirección axial. Una disposición de este tipo de varios dientes o con dientes planos puede aumentar la suavidad de marcha de los segmentos giratorios. Las formas de realización típicas de la invención incluyen un disco de levas como elemento de accionamiento. El disco de levas presenta preferentemente una forma de arco, no circular o no elipsoidal, o una curva. La forma de arco no circular o no elipsoidal ofrece la ventaja de que se pueden usar diferentes curvas, por ejemplo, para establecer diferentes relaciones de transmisión. A los efectos de esta solicitud, las excéntricas suelen corresponder a formas circulares o elipsoidales, ya que en el caso de las excéntricas solo el eje de rotación no se corresponde con el eje central de la forma circular, pero sin embargo existe una forma circular. Los discos de levas típicos incluyen al menos o exactamente dos elevaciones, que normalmente se distribuyen de manera uniforme alrededor del perímetro. Las elevaciones también pueden ser llamadas máximas. Más elevaciones hacen que más dientes se engranen con el dentado.

50 En las formas de realización típicas, el soporte de dientes o el dentado son circulares. Esto ofrece la ventaja de una geometría simple para el soporte de dientes y el dentado. Normalmente, la transmisión de la fuerza tiene lugar en el lado lento del engranaje, entre el dentado y el soporte de dientes. Esto ofrece la ventaja de que el recorrido para la transmisión de la fuerza es extremadamente corto, de modo que se puede lograr una rigidez extremadamente alta.

55 Los dientes internos del dentado y los dientes presentan normalmente flancos curvos. Los dientes internos y los dientes en formas de realización típicas presentan cada uno de ellos una cabeza de diente que corresponden en sección transversal a una pirámide truncada o una pirámide con flancos curvos. Para una posible forma de realización de una curvatura en forma de espiral logarítmica, se remite al documento DE 10 2007 011 175 A1. La superficie curva ofrece la ventaja de que los flancos engranados se apoyan planos y no solo de forma lineal o puntual. De esta manera se consigue una buena distribución de la carga sobre muchos dientes y una extrema rigidez en la transmisión de fuerzas entre el dentado y los dientes.

60 Formas de realización típicas comprenden soporte con segmentos giratorios y cuerpos rodantes entre el perfilado y los dientes. Normalmente, se proporcionan al menos dos dientes adyacentes por segmento giratorio, en particular dientes axialmente paralelos o desplazados. De esta manera, el segmento giratorio puede estabilizarse en su pista o en su respectiva superficie de rodadura. Se pueden evitar los giros del segmento giratorio alrededor de un eje radial. Normalmente, los cuerpos rodantes de las formas de realización están configurados como rodillos cilíndricos o rodillos de agujas.

Los engranajes típicos de la invención están contruidos de tal manera que entre un accionamiento a través del elemento de accionamiento y una salida a través del soporte de dientes existe una relación de transmisión positiva . Una relación positiva designa normalmente una relación en la que el elemento de accionamiento y el soporte de dientes giran en la misma dirección.

En las formas de realización típicas, el ángulo de paso de los dientes del soporte de dientes o el apoyo de los dientes en el soporte de dientes es más pequeño que el ángulo de paso de los dientes de la rueda dentada interior de los dientes internos del dentado de la rueda dentada interior. El "paso de los dientes" o el "ángulo de paso de los dientes" se entienden normalmente como valores ficticios, es decir, que no es necesario que los dientes estén realmente presentes en el soporte de dientes en cada posición especificada por el ángulo de paso de los dientes. El ángulo de paso de los dientes se calcula dividiendo 360° en cada caso por el número de posiciones teóricamente posibles para los dientes en el soporte de dientes o por el número de dientes realmente presentes en el dentado en la dirección circunferencial.

En las formas de realización típicas, no cada posición del ángulo de paso de los dientes está ocupada por un diente en el soporte de dientes, sino que, más bien, por ejemplo solo cada segunda posición o cada tercera posición o cada cuarta posición está ocupada por un diente. De esta manera, hay un amplio espacio para los dientes así como también para el material del soporte de dientes, ya que en las posiciones donde no hay dientes puede estar presente el material del soporte de dientes. Por ejemplo, un factor de posición de 2 da como resultado un espacio suficiente entre dos dientes o guías de dientes para puentecillos del soporte de dientes entre los dientes, para apuntalar lo suficiente el soporte de dientes. En las formas de realización típicas, el número de guías de dientes corresponde al número de dientes alojados en el soporte de dientes. En formas de realización típicas, cada segunda posición, que está determinada por el ángulo de paso de los dientes, es libre. La densidad con la que se ocupan las posiciones en el soporte de dientes está representada por el factor de posición. Por ejemplo, un factor de posición de dos significa que solo una de cada dos posiciones en el soporte de dientes, que están determinadas por el ángulo de paso de los dientes, está ocupada por un diente; un factor de posición de tres significa, de manera correspondiente, que una de cada tres posiciones está ocupada por un diente. La distancia angular real entre los dientes montados en el soporte de dientes es normalmente de dos, tres o cuatro veces el ángulo de paso de estos dientes o del soporte de dientes. En otras formas de realización puede estar prevista una distancia de más de cuatro veces. La distancia angular real entre dientes adyacentes se calcula, por lo tanto, multiplicando el ángulo de paso de los dientes por el factor de posición. Factores de posición típicos son números enteros mayores o iguales a 1, otros factores de posición típicos son mayores o iguales a 2.

Normalmente, el número de posiciones teóricamente posibles para los dientes es al menos, o exactamente, el número de elevaciones mayores que el número de dientes internos del dentado de la rueda dentada interior. Si solo se ocupa una de cada dos posiciones en el soporte de dientes, el número de dientes del soporte de dientes, en el caso de un perfilado con dos elevaciones, es el número de dientes internos del dentado más el número de elevaciones dividido por el factor de posición, que en este caso es dos. El número de dientes se calcula en la invención según la siguiente fórmula:

$$Z_z = \frac{Z_I + E}{PF}$$

Z_z = número de dientes en el soporte de dientes

Z_I = número de dientes internos de la rueda dentada interior

E = número de elevaciones del perfilado o del disco de levas del elemento de accionamiento

PF = factor de posición

Para el cálculo de la relación de transmisión entre un accionamiento, que hace girar el elemento de accionamiento, y una salida, que está unida al soporte de dientes de una forma de realización de un engranaje de acuerdo con la invención, resulta la siguiente fórmula, en la que el número de dientes internos de la rueda dentada interior siempre debe indicarse negativo:

$$i = 1 - \frac{(-Z_I)}{PF \cdot Z_z + (-Z_I)}$$

Normalmente, las formas de realización incluyen un número entero de dientes en el soporte de dientes. En las formas de realización típicas con dos elevaciones del perfilado, un número de dientes en la rueda dentada interior de 46 y una ocupación de solo cada segunda posición determinada por el ángulo de paso de los dientes del soporte de dientes, es decir, un factor de posición de 2, el número de dientes en el soporte de dientes es 24. Usando la fórmula anterior para i , el resultado es una relación de transmisión de $i = +24$ para el accionamiento del elemento de accionamiento y la salida en el soporte de dientes:

$$i = 1 - \frac{-46}{2 * 24 + (-46)}$$

5 En otra forma de realización con dos elevaciones, un número de dientes en la rueda dentada interior de 46 y un factor de posición de 3, el número de dientes en el soporte de dientes es de 16. Otra forma de realización, con un número de dientes en la rueda dentada interior de 45 y una ocupación de solo cada segunda posición determinada por el ángulo de paso de los dientes del portador de diente, es decir, un factor de posición de 2, presenta 24 dientes en el portador de diente con 3 elevaciones.

10 Formas de realización típicas comprenden cuerpos rodantes dispuestos en el perfilado y una pluralidad de segmentos giratorios para montar los dientes, estando los segmentos giratorios dispuestos sobre los cuerpos rodantes, estando los cuerpos rodantes dispuestos en el perfilado en al menos dos filas de cuerpos rodantes paralelos en la dirección de rotación del disco de levas. Formas de realización típicas comprenden una o al menos dos filas de cuerpos rodantes por cada fila giratoria de segmentos giratorios, normalmente dispuestos axialmente adyacentes y/o paralelos entre sí. Un segmento giratorio puede apoyarse en al menos dos filas de cuerpos rodantes que giran en paralelo. En el caso de dos o más filas de dientes dispuestas paralelas, se puede disponer una fila de cuerpos rodantes debajo de cada fila de dientes de manera que el segmento giratorio se apoye debajo de cada una de las filas de dientes. Una disposición típica es, por ejemplo, una fila de dientes dispuestos radialmente por encima de la fila de cuerpos rodantes con un segmento giratorio situado entre ellos. El eje central de los respectivos dientes se encuentra normalmente en el 80 % medio o en el 50 % medio o en el 20 % medio o al menos sustancialmente en el centro sobre los respectivos cuerpos rodantes. De esta manera, los cuerpos rodantes están esencialmente cargados de forma central. En formas de realización típicas, una de las filas de cuerpos rodantes está dispuesta en un plano axial con una de las filas de dientes. Normalmente cada una de las filas se encuentra en un plano axial, significando plano axial, por ejemplo, que los centros coinciden al menos sustancialmente y/o que los dientes están dispuestos completamente dentro del área axialmente extendida de la respectiva fila de cuerpos rodantes.

25 Normalmente, el perfilado presenta una superficie de rodadura para al menos una fila de rodamientos. Normalmente, el perfilado comprende al menos dos superficies de rodaje paralelas. En las formas de realización típicas, en o sobre cada una de las superficies de rodadura paralelas está dispuesta una de las filas de cuerpos rodantes. De esta manera, los cuerpos rodantes que discurren en paralelo tienen sus propias superficies de rodadura o cada fila de cuerpos rodantes puede ser conducida en una superficie de rodadura definida y propia.

30 Normalmente, el perfilado está dividido por al menos un borde medio circunferencial. De esta manera, en las formas de realización se pueden crear superficies de rodadura paralelas, normalmente a ambos lados del reborde central. Es posible proporcionar varios rebordes centrales paralelos para crear más de dos superficies de rodadura paralelas, en las formas de realización típicas con dos filas de dientes o más de dos filas de dientes.

35 Normalmente, el disco de levas comprende dos rebordes marginales circunferenciales. Cada uno de los rebordes marginales normalmente limita hacia el exterior de manera axial una superficie de rodadura situada en el exterior. En el centro, las superficies de rodadura están normalmente delimitadas por medio de un reborde central. En las formas de realización típicas, los rebordes marginales con exactamente un reborde central delimitan dos superficies de rodadura, en otras formas de realización están previstos varios rebordes centrales y, por lo tanto, también más de dos superficies de rodadura y eventualmente también más de dos filas de cuerpos rodantes.

40 Los rebordes centrales y/o los rebordes marginales pueden tener cada uno de ellos una altura que corresponda al menos sustancialmente al diámetro de los cuerpos rodantes. En otras formas de realización pueden tener una altura ligeramente inferior, por ejemplo, entre el 0 % y el 10 % o entre el 0 % y el 5 % menor que el diámetro. En otras formas de realización la altura de los rebordes centrales y/o de los rebordes marginales es solo de entre el 50 % y el 80 % o de entre el 50 % y el 95 % del diámetro de los cuerpos rodantes. El reborde central y los rebordes marginales pueden tener diferentes alturas, por ejemplo, el reborde central puede estar más bajo que los rebordes marginales. Los rebordes marginales también se usan en las formas de realización como superficies estabilizadoras de los segmentos giratorios. En otras formas de realización, el reborde central es más alto que los rebordes marginales, por ejemplo en caso de que el reborde central se use para estabilizar un rodamiento uniforme de los segmentos giratorios.

55 Normalmente, los segmentos giratorios tienen cada uno una superficie de apoyo de rodillos en un lado, en al menos parte de los cuerpos rodantes, y cada uno tiene una superficie de apoyo de dientes en un lado opuesto a la superficie de apoyo de rodillos, estando normalmente apoyados de manera articulada al menos dos dientes sobre una superficie de apoyo de dientes. En las formas de realización típicas, la superficie de apoyo de los dientes está configurada de tal manera que la superficie de apoyo de los dientes forma un eje de rotación común para los como mínimo dos dientes. Las superficies de apoyo de dientes típicas de las formas de realización comprenden cada una de ellas una sección de superficie redonda para al menos un diente y/o varios dientes dispuestos axialmente paralelos, en donde el punto central del radio de la sección de superficie redonda coincide al menos sustancialmente con la superficie de apoyo del rodillo. Normalmente, un eje de rotación del cojinete de dientes formado por la superficie de apoyo de dientes coincide al menos sustancialmente con la superficie de apoyo del rodillo. La superficie de apoyo de dientes en la zona del cojinete de dientes puede estar formada como un resalto y/o como una sección circular.

Los engranajes típicos de formas de realización comprenden filas paralelas de dientes. Lo habitual son al menos o exactamente dos filas de dientes. Normalmente, los dientes discurren en filas paralelas de guías del soporte de dientes.

5 En las formas de realización típicas, al menos dos dientes paralelos están dispuestos en cada segmento giratorio. Normalmente, los dos dientes paralelos pertenecen a las dos filas paralelas de dientes, que son, por ejemplo, conducidos en guías en el soporte de dientes. En las formas de realización, dos dientes paralelos de filas paralelas de dientes están dispuestos uno detrás del otro en dirección axial en un segmento giratorio, normalmente en un resalto o en una cavidad del segmento giratorio.

10 Los soportes de dientes típicos de las formas de realización comprenden al menos una brida de tope que se extiende radialmente hacia adentro o radialmente hacia afuera, que al menos se superpone parcialmente a los segmentos giratorios en dirección axial. De esta manera, existe la opción de prescindir de arandelas de tope adicionales. La brida de tope puede estar integrada en el soporte de dientes o estar fijada al soporte de dientes. Las formas de realización típicas no tienen arandela o un eje conectado al disco de levas. Algunas formas de realización incluyen una arandela de tope al menos en un lado axialmente adyacente a los segmentos giratorios y/o adyacente a los cuerpos rodantes para conducir los segmentos giratorios.

15 En el caso de las formas de realización con una brida de tope en el soporte de dientes, normalmente al menos una de las bridas de tope incluye una superficie de apoyo de accionamiento que coopera directamente con los cuerpos rodantes de los apoyos de accionamiento. Normalmente, se realiza de modo integral un cojinete entre el soporte de dientes y el disco de levas o un eje conectado al disco de levas. Tales formas de realización pueden ahorrar espacio. Normalmente, los cuerpos rodantes de los cojinetes de accionamiento se apoyan directamente sobre el disco de levas. En otras formas de realización, se proporciona un cojinete con anillos de rodamiento entre el soporte de dientes y el disco de levas. Esto puede simplificar la fabricación.

20 Normalmente, en cada uno de los segmentos giratorios está dispuesta, a ambos lados y/o en el lado marginal del segmento giratorio, una superficie de apoyo en dirección axial. En el caso de otras formas de realización, superficies de apoyo de rebordes están dispuestas centradas en los segmentos giratorios en dirección axial, que están destinados, por ejemplo, a apoyarse en un reborde central. En el caso de formas de realización con dos superficies de apoyo de rebordes en ambos lados y/o en el lado marginal, las superficies de apoyo de rebordes pueden descansar al menos parcialmente en los rebordes marginales del disco de levas. De esta manera, se puede evitar la inclinación de los segmentos giratorios y asegurar una marcha suave.

25 Las ventajas de las formas de realización típicas son una mayor capacidad de carga, una mayor vida útil o un modo de construcción más compacto. Las fuerzas circunferenciales que actúan sobre el diente opuesto al disco de levas y a la rueda dentada interior generan un par de giro que se apoya en la guía del soporte del diente. Hay dos puntos de contacto en el diente opuestos a la guía en el soporte de dientes. En las formas de realización típicas de cajas de cambio según la invención, las fuerzas circunferenciales del disco de levas o del elemento de accionamiento actúan en el mismo sentido que las fuerzas circunferenciales de la rueda dentada interior, lo que, a diferencia de las cajas de cambio de última generación, conduce a una reducción de las fuerzas de reacción en la guía de los dientes. Las fuerzas para guiar los dientes en el soporte de dientes se reducen en aproximadamente un 10 % en el contacto con el diente exterior en el soporte de dientes y en aproximadamente un 50 % en el contacto con el diente interior en el soporte de dientes. La reducción resultante de las fuerzas de fricción también reduce las fuerzas de reacción en el cojinete del disco de levas durante la operación de tracción, es decir, cuando el accionamiento se realiza a través del disco de levas. La reducción allí es de aproximadamente de un 12 % en la operación de tracción. Dado que este apoyo es a menudo el elemento determinante del par de giro máximo o de la vida útil del engranaje, se puede aumentar el par o la vida útil del engranaje. Además, la eficiencia también puede ser aumentada, en alrededor de un 1 % - 3 %.

35 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se explica la invención con más detalle sobre la base de los dibujos adjuntos, mostrando las figuras

55 Fig. 1 muestra esquemáticamente una primera encarnación de la invención en una vista parcial esquemática seccional; y

Fig. 2 muestra esquemáticamente otra versión en una media sección.

60 **Descripción de ejemplos de realización**

A continuación se describen formas de realización típicas de la invención basándose en las figuras, no limitándose la invención a los ejemplos de realización, sino que el alcance de la invención viene determinada por las reivindicaciones. Al describir la forma de realización, pueden usarse los mismos signos de referencia para partes idénticas o similares en diferentes figuras y para diferentes formas de realización a fin de hacer más clara la descripción. Sin embargo, esto

no significa que las partes correspondientes de la invención se limiten a las variantes representadas en las formas de realización.

Los soportes de dientes de las cajas de cambio genéricas se muestran, por ejemplo, en el documento DE 10 2015 105524 A1. Tales engranajes tienen un ángulo de paso de los dientes del soporte de dientes que es normalmente mayor que el ángulo de paso de los dientes de la rueda dentada interna. Con un estructura de este tipo se pueden lograr grandes relaciones de transmisión negativas entre el elemento de accionamiento y el soporte de dientes. Partiendo de engranajes de este tipo, a continuación se describe cómo se construyen los engranajes de la invención con relaciones de transmisión positivas entre el elemento de accionamiento y el soporte de dientes.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de forma de realización en una vista en sección parcial, en cuartos y esquemática. La figura 1 muestra esquemáticamente en una vista en sección en cuartos un cambio de marchas 1 que tiene una rueda dentada interior 3 con un dentado 5 situado interno y rotatorio. Las otras tres cuartas partes del engranaje 1 están construidas en sección de manera análoga a la vista en sección mostrada.

Los dientes 7 se engranan en el dentado 5. Para mayor claridad, no todos los dientes 7 de la Fig. 1 tienen también el signo de referencia 7. Normalmente, se proporcionan dos coronas dentadas axialmente paralelas con dientes individuales 7. Los dientes 7 se pueden desplazar radialmente en un soporte de dientes 11. Para ello, el soporte de dientes 11 tiene aberturas redondas o ranuradas en forma de canal, alineadas radialmente, que aseguran la guía radial de los dientes 7 en el soporte de dientes 11. Debido a la guía radial en las aberturas, para los dientes 7 solo es posible moverse en dirección radial a lo largo de su eje longitudinal. En particular, se excluye la rotación sobre un eje longitudinal del engranaje 1 en relación con el soporte de dientes 11.

El eje longitudinal de los dientes designa normalmente el eje que va desde la base del diente hasta la cabeza del mismo, mientras que el eje longitudinal del engranaje señala en la dirección del eje de rotación del engranaje. Esto puede ser, por ejemplo, el eje de rotación del soporte de dientes que puede usarse como salida o el eje de rotación de un disco de levas.

Los dientes 7 son accionados por un elemento de accionamiento en forma de un disco de levas 20, que está realizado como un disco de levas 20 hueco. El disco de levas 20 tiene un perfilado 22 para impulsar los dientes 7 en dirección radial. El perfilado 22 tiene un curso con dos elevaciones sobre la circunferencia, de modo que cada uno de los dientes opuestos 7 ha entrado en los espacios entre dientes del dentado 5 en la medida de lo posible (no visible en la sección en cuartos de la Fig. 1).

En el caso del engranaje 1 que se muestra en la Fig. 1, los dientes 7 están dispuestos con un cojinete de rodillos en el perfilado del elemento de accionamiento. El cojinete comprende cuerpos rodantes 23, que en este ejemplo de realización están diseñados como rodillos de aguja.

En el ejemplo de realización de la Fig. 1, la salida se engrana en el soporte de dientes, estando la rueda dentada interior fijada al dentado.

El engranaje 1 está formado por un cojinete segmentado para los dientes 7. El cojinete segmentado comprende segmentos giratorios 24, cada uno de los cuales tiene en el lado dirigido al diente 7 una superficie de apoyo de dientes redonda, especialmente cilíndrica (véase la Fig. 2), que forma un resalto en el que se puede disponer en la base de un diente 7 o, en las formas de realización típicas, dos, tres o cuatro dientes, uno al lado del otro en la dirección axial del engranaje 1. Junto con una escotadura correspondiente en la base del diente 7 respectivo, el resalto evita que el diente 7 se deslice en el segmento giratorio 24.

Con cada uno de los resaltes se forman articulaciones basales para los dientes 7, de modo que los dientes 7 pueden inclinarse con respecto a los segmentos giratorios 24 para asegurar una conducción no forzada. Los segmentos giratorios 24 pueden desplazarse entre sí en la dirección de rotación, de modo que las distancias entre los segmentos giratorios 24 pueden modificarse. De esta manera, el grado de libertad en la dirección de rotación de los segmentos basculantes 24 tampoco se bloquea. Esto permite una conducción no forzada y un accionamiento radial en gran medida libre de los segmentos giratorios 24 a través del perfilado 22 del disco de levas 20. Para minimizar la resistencia de fricción entre el perfilado 22 y los segmentos giratorios 24, los cuerpos rodantes 23 se proporcionan como rodillos de aguja. En otras formas de realización, se proporcionan rodillos cilíndricos u otros rodamientos para apoyar los segmentos giratorios.

Como puede verse en la Fig. 1, el ángulo de paso del soporte de dientes de los dientes 7 en el soporte de dientes 11 es más pequeño que el ángulo de paso de la rueda dentada interior de los dientes 5 de la rueda dentada interior. Esto se ilustra en la Fig. 1 con un doble ángulo de paso de los dientes del portador de diente 30 y un doble ángulo de paso de la rueda dentada interior 31. Hay que tener en cuenta que solo cada segunda posición dada por el ángulo de paso de los dientes del portador de diente está ocupada por un diente 7 en el portador de diente 11.

En total, el engranaje, del cual solo una cuarta parte se muestra en la Fig. 1, tiene 26 dientes y 50 dientes internos, así como dos elevaciones del perfilado. En este ejemplo de realización, el número de dientes es, por lo tanto, uno más

que la mitad del número de dientes internos. El factor de posición en el ejemplo de realización es dos, es decir, solo una de cada dos posiciones en el soporte de dientes, especificado por el ángulo de paso del soporte de dientes teórico, está ocupada por un diente. El resultado es una relación de transmisión positiva de $i = +26$.

5 La figura 2 muestra otra forma de realización en una sección media. Las características de la forma de realización de la Fig. 2 pueden combinarse con las características de la forma de realización de la Fig. 1, en particular el engranaje de la Fig. 2 también tiene una relación de transmisión positiva, ya que la disposición y el número de dientes en una sección perpendicular al eje longitudinal corresponde a la forma de realización de la Fig. 1. Las ventajas especiales de esta combinación son que las características que se muestran en las Fig. 1 y Fig. 2 dan como resultado un forma
10 de construcción particularmente compacta con una alta capacidad de carga. Los mismos símbolos de referencia se usan para piezas idénticas o similares.

El engranaje 201 de la Fig. 2 comprende un disco de levas 20 como elemento de accionamiento, que está realizado integralmente con un árbol de accionamiento y por lo tanto presenta una forma alargada en dirección axial. El disco
15 de levas 20 comprende dos perfilados 22, que también se pueden designar como pistas de rodadura o pistas de rodadura de cojinetes giratorios. Estos perfilados 22 tienen un radio que varía a lo largo de la circunferencia, en particular, cada uno de ellos tiene dos máximos, que también pueden describirse como elevaciones, y dos mínimos, presentando los dos perfilados 22 la misma posición angular de los radios variables.

20 Otros formas de realización solo tienen una pista de rodadura o un perfilado. En formas de realización alternativas también pueden tener tres o más perfilados o vías de rodadura para los cuerpos rodantes.

Los cuerpos rodantes 23 se apoyan en los perfilados 22. Los segmentos giratorios 24 están montados en estos
25 cuerpos rodantes 23, representándose en la vista en sección de la Fig. 1 solo un segmento giratorio 24. El segmento giratorio 24 descansa así sobre dos filas de cuerpos rodantes 23 giratorios.

El segmento giratorio 24 comprende un resalto en el lado radialmente exterior del segmento giratorio 24, que se engrana en las ranuras de dos dientes 7. Los dientes 7 se apoyan en su posición axial con respecto al eje longitudinal
30 41 del engranaje 1 al menos sustancialmente en el centro por encima de los cuerpos rodantes 23, estando cada uno de los dientes 7 apoyado sobre uno de los dos cuerpos rodantes 23. De esta manera se logra una transmisión de fuerza continua a través del segmento giratorio 24. Además, los cuerpos rodantes 23 realizados como rodillos de aguja se cargan aproximadamente de forma central. Además, la longitud total de los cuerpos rodantes 23 puede reducirse incluso con esta medida, con lo que se puede aumentar la estabilidad de marcha.

35 El disco de levas 20 tiene rebordes 32, 34 y 36 para limitar los perfilados 22. El borde 34 está situado en el centro entre los cuerpos rodantes 23, mientras que las dos rebordes 32 y 36 limitan la libertad de movimiento de los cuerpos rodantes 23 en dirección axial hacia el exterior. El segmento giratorio 24 tiene superficies de apoyo de los rebordes 33 y 37, que pueden apoyarse cada una en los rebordes 32 y 36 respectivamente. En otros formas de realización, el segmento giratorio se apoya en la reborde central. De esta manera, se incrementa la uniformidad de marcha del
40 segmento giratorio 24.

Los dientes 7 se engranan en un dentado común 5, que es parte integral de la caja 42 del engranaje 1. De esta manera, la rueda dentada interior con el dentado está realizada integralmente en la caja, de modo que se puede prescindir de
45 las piezas individuales en favor de un modo de construcción compacto y una fabricación sencilla. En otros formas de realización, la rueda dentada interior y la caja están realizados por separado.

Los dientes 7 están alojados en guías alineadas radialmente en una segunda parte de soporte de dientes 44 de un soporte de dientes. El soporte de dientes además comprende una primera parte de soporte de dientes 45, que está
50 unida a la segunda parte de soporte de dientes 44 por medio de un tornillo realizado como medio de unión 48. Sobre la circunferencia del soporte de dientes hay prevista una pluralidad de medios de unión 48, en el caso del ejemplo de forma de realización de la Fig. 1 son un total de seis piezas.

En otras formas de realización, se puede proporcionar también un número diferente de medios de unión, siendo también posible un número impar. Los medios de unión pueden distribuirse uniformemente a lo largo de la
55 circunferencia del soporte de dientes, pero también es posible proporcionar diferentes distancias angulares, por ejemplo para permitir que las dos partes del soporte de dientes se unan solo en una determinada posición angular. Por ejemplo, en el forma de realización de la Fig. 1, los ángulos entre los medios de conexión no están distribuidos uniformemente, a fin de permitir ensamblar de nuevo las partes de soporte de dientes del soporte de dientes solo en una cierta posición angular relativa entre sí. Con otros formas de realización, se pueden proporcionar ranuras, clavijas u otros contornos o se pueden proporcionar marcas para permitir o posibilitar el nuevo montaje solo en una
60 determinada posición angular. De esta manera es posible mecanizar el soporte de dientes en una fijación, por lo que las piezas de soporte de dientes se separan de nuevo y se vuelven a unir entre sí en el engranaje.

65 Para montar el soporte de dientes en la caja 42 están previstos cuerpos rodantes 50, que se montan en un ángulo de 60° con respecto al eje longitudinal 41 de la caja de cambio 1. Las posiciones angulares de los cuerpos rodantes 50 presentan simetría especular con respecto a un plano de sección axial del engranaje 1 para lograr un apoyo fiable del

soporte de dientes en la caja 42. En otras formas de realización, también se usan ángulos más grandes o más pequeños de 60°, dependiendo de si se deben absorberse fuerzas axiales y de qué magnitud.

5 Cada uno de los cuerpos rodantes 50 están apoyado directamente en las superficies de apoyo de los soportes de dientes 54 y 55 de la primera parte de soporte de dientes 44 y la segunda parte de soporte de dientes 45. En el lado de la caja, los cuerpos rodantes 50 están apoyados en las superficies de apoyo de la caja 58 de la caja 42. Por lo tanto, los cuerpos rodantes 50 ruedan directamente sobre las superficies de apoyo de soporte de dientes 54 y 55, así como sobre las superficies de apoyo de la caja 58. De esta manera, se logra un soporte integral compacto que requiere poco espacio de montaje.

10 Además, en el ejemplo de forma de realización de la Fig. 1, el cojinete de accionamiento también está realizado como un cojinete integral, presentando el soporte de dientes o, en la forma de realización de la Fig. 1, la segunda parte del soporte de dientes 44 una superficie de apoyo de accionamiento 60, sobre la que ruedan directamente los cuerpos rodantes del cojinete de accionamiento 62, que están realizados como rodillos. En el disco de levas hay formada otra superficie de cojinete de accionamiento 64, que igualmente coopera de manera directa con los cuerpos rodantes del cojinete de accionamiento 62. Como resultado, los cuerpos rodantes del rodamiento de accionamiento ruedan directamente sobre el disco de levas 20. De esta manera, se crea un cojinete integrado para una forma de construcción compacta.

15 La superficie de apoyo de accionamiento 60 de la segunda parte de soporte de dientes 44 es parte de una brida de tope del lado de salida 66, que evita que los segmentos giratorios 24 se desvíen en la dirección del lado de salida. Mediante la realización integral de la brida de tope 66 con la segunda parte de soporte de dientes 44 se consigue una forma de construcción compacta y de elevada rigidez.

20 La primera parte de soporte de dientes 45 tiene una brida de tope adicional 68, que también evita que los segmentos giratorios 24 se desvíen en la dirección opuesta.

30 Normalmente, frente a la salida, es decir, frente al lado del cojinete de accionamiento, hay previsto un rodamiento adicional para el disco de levas 20, que está formada integralmente con un árbol de accionamiento. Sin embargo, esto está fuera de la zona mostrada en la Fig. 1. En el lado del accionamiento, también puede haber un mayor espacio de montaje en la dirección radial, de modo que el cojinete del lado de accionamiento puede realizarse como un cojinete con superficies de rodadura separadas. En otras formas de realización, el cojinete de accionamiento también puede ser realizado como un cojinete integral.

REIVINDICACIONES

1. Engranaje (1), en particular engranaje coaxial, con
- 5 - un rueda dentada interior (3) con un dentado dirigido hacia dentro (5),
 - un portador de diente (11) dispuesto coaxialmente a la rueda dentada interior, en el que se alojan una pluralidad de dientes (7) para su engrane con el dentado (5), estando los dientes (7) montados en el portador de dientes (11) de forma que se puedan desplazar radialmente,
 - 10 - un elemento de accionamiento con un perfilado (22) para el accionamiento radial de los dientes (7) montados de manera desplazada radialmente, presentando el perfilado (22) al menos dos elevaciones sobre su perímetro,
 - cuerpos rodantes (23) que están dispuestos en el perfilado (22), y
 - una pluralidad de segmentos giratorios (24) para apoyar los dientes (7), estando los segmentos giratorios (24) dispuestos sobre los cuerpos rodantes (23),
 - 15 - **caracterizado porque** el engranaje está construido de tal manera que existe una relación de transmisión positiva entre un accionamiento a través del elemento de accionamiento y una salida a través del soporte de dientes (11),
 - en donde el número de dientes (7) se calcula según la siguiente fórmula:
- $$Z_z = \frac{Z_I + E}{PF},$$
- 20 en la que Z_z es el número de dientes (7) en el soporte de dientes (11), siendo Z_I el número de dientes internos de la rueda dentada interior (3) y siendo E el número de elevaciones del perfilado (22) del elemento de accionamiento y en donde PF es un factor de posición que es un número entero.
- 25 2. Engranaje (1) según la reivindicación 1, en el que el ángulo de paso de los dientes del soporte de dientes de los dientes (7) es menor que el ángulo de paso de los dientes de la rueda dentada interior del dentado (5) de la rueda dentada interior (3).
- 30 3. Engranaje (1) según la reivindicación 2, en el que en el soporte de dientes (11) solo por lo menos cada segunda posición, que está predeterminada por el ángulo de paso de los dientes del soporte de dientes, está ocupada por un diente (7).
4. Engranaje (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el número de dientes (7) es al menos o exactamente uno mayor que la mitad del número de dientes internos del dentado (5) de la rueda dentada interior (3).
- 35 5. Engranaje (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los cuerpos rodantes (23) están dispuestos en el perfilado (22) en al menos dos filas de cuerpos rodantes paralelas en el sentido de rotación del disco de levas.
- 40 6. Engranaje (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el perfilado (22) tiene al menos dos superficies de rodadura paralelas que están divididas por un reborde central al menos parcialmente giratorio (34).
7. Engranaje (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los dientes (7) está realizado de una sola pieza.
- 45 8. Engranaje (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las fuerzas para conducir los dientes (7) en el soporte de dientes (11) se reducen por lo menos en un 10 % en comparación con un engranaje construido parcialmente de manera análoga con relación de transmisión negativa.
- 50 9. Engranaje (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los dientes interiores del dentado (5) y cada uno de los dientes (7) tienen cabezas de diente que en sección transversal corresponden a una pirámide truncada y/o a una pirámide, cada una de ellas con flancos curvos.
10. Engranaje (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los dientes internos del dentado (5) y los dientes (7) tienen cada uno de ellos un radio en la punta.
- 55 11. Procedimiento de fabricación de un engranaje (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

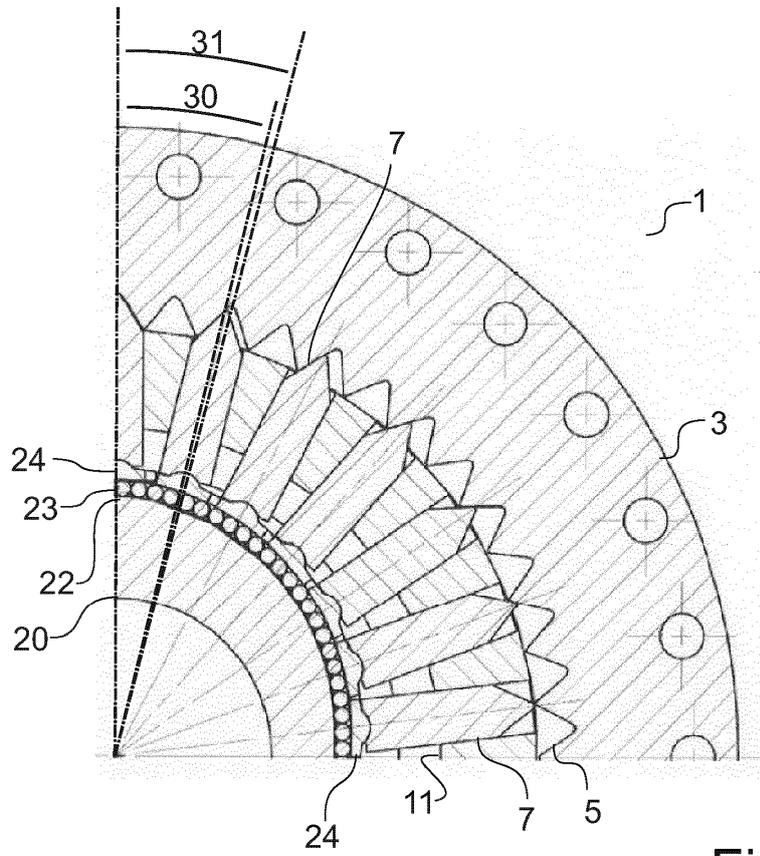


Fig. 1

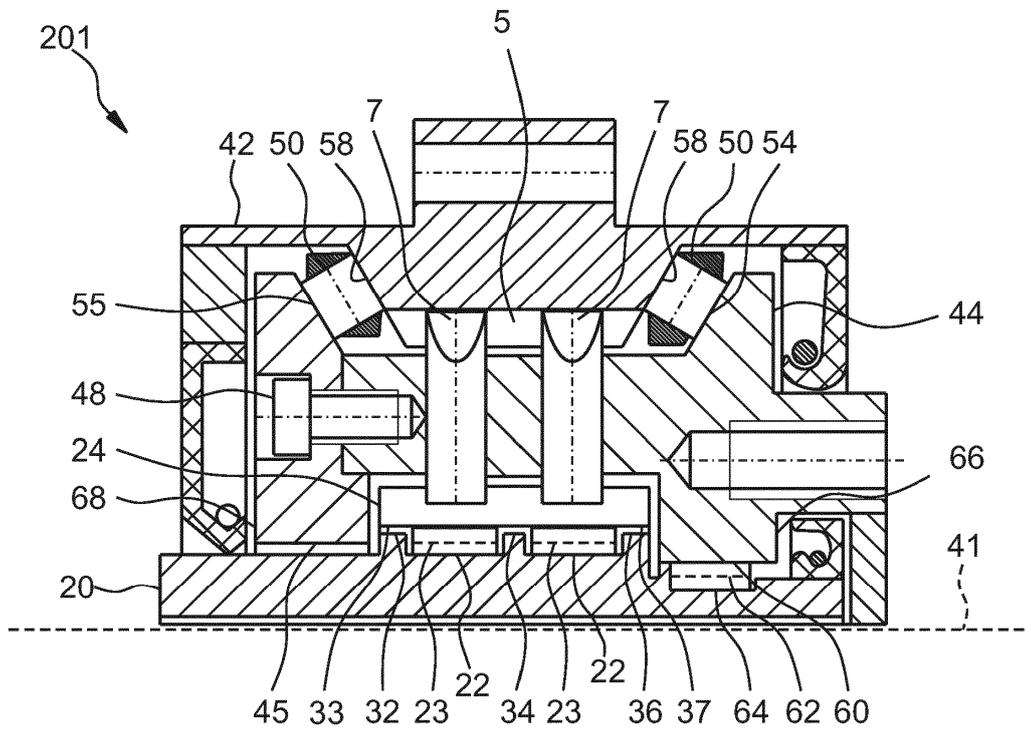


Fig. 2