

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 866**

51 Int. Cl.:

F16H 55/18 (2006.01)

F16H 55/06 (2006.01)

F16H 57/12 (2006.01)

F16H 55/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2019** **E 19154063 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.06.2021** **EP 3686462**

54 Título: **Rueda dentada para su uso en un engranaje de ruedas dentadas, emparejamiento de ruedas dentadas de un engranaje de ruedas dentadas, así como engranaje de ruedas dentadas con un emparejamiento de ruedas dentadas de este tipo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.12.2021

73 Titular/es:

IMS GEAR SE & CO. KGAA (100.0%)
Heinrich-Hertz-Straße 16
78166 Donaueschingen, DE

72 Inventor/es:

RIEPLÉ, ADRIAN;
KOOP, MATTHIAS;
BIRK, SEBASTIAN y
OBERLE, STEPHAN

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 886 866 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

Rueda dentada para su uso en un engranaje de ruedas dentadas, emparejamiento de ruedas dentadas de un engranaje de ruedas dentadas, así como engranaje de ruedas dentadas con un emparejamiento de ruedas dentadas de este tipo

La presente invención se refiere a una rueda dentada para su uso en un engranaje de ruedas dentadas. Además, la invención se refiere a un emparejamiento de ruedas dentadas que comprende una rueda dentada de este tipo, así como a un engranaje de ruedas dentadas con un emparejamiento de ruedas dentadas de este tipo.

Los engranajes de ruedas dentadas se utilizan en prácticamente cada tren de accionamiento, en particular, cuando deben adaptarse números de revoluciones y pares de giro dentro del tren de accionamiento al respectivo caso de aplicación. Con una electrificación progresiva del tren de accionamiento se utilizan como fuente de par de giro cada vez con mayor frecuencia motores eléctricos, por ejemplo, para mover dos componentes en relación entre sí. Sin embargo, los motores eléctricos funcionan habitualmente con un número de revoluciones relativamente alto, de modo que en muchos casos se utiliza un engranaje de ruedas dentadas, para transformar el número de revoluciones de tal manera que los dos componentes puedan regularse con la velocidad deseada. En algunos casos se usan engranajes de ruedas dentadas de múltiples etapas, cuando los dos componentes especialmente deben moverse lentamente en relación entre sí o cuando para ello son necesarios pares de giro especialmente altos.

Como perfil de dentado se usan en muchos casos dentados evolventes. En particular cuando las dos ruedas dentadas que están engranadas presentan un coeficiente de dilatación térmica claramente diferente, el engrane puede ser mejor o peor según la temperatura que predomine en el momento. Por un engrane mejor debe entenderse a continuación un juego de flanco torsional reducido y por un engrane peor un juego de flanco torsional aumentado. El juego de flanco torsional designa el ángulo con el que puede experimentar torsión el árbol de accionamiento de un engranaje en el caso de un árbol de accionamiento sujeto, al mismo tiempo, con respecto al mismo.

Por ejemplo, cuando una rueda dentada está compuesta de plástico y la otra rueda dentada de metal o cuando los coeficientes de dilatación térmica de los componentes individuales de un engranaje, por ejemplo, los componentes dependientes de la distancia axial/del círculo primitivo, tal como la carcasa, presentan una clara diferencia, en el engrane de dentados habrá una diferencia considerable del juego de flanco radial/torsional existente en el caso de una variación de temperatura. En este caso se diseña el perfil de dentado de tal manera que a las temperaturas que predominan mayoritariamente durante el funcionamiento el engrane sea tan bueno como sea posible. Sin embargo, en algunas aplicaciones las temperaturas que predominan durante el funcionamiento pueden variar mucho, de modo que se obtiene como resultado un intervalo de temperatura de funcionamiento muy grande. Debido a los diferentes coeficientes de dilatación térmica mencionados anteriormente de las dos ruedas dentadas que están engranadas, el engrane no puede mantenerse de manera óptima por toda el intervalo de temperatura de funcionamiento. En consecuencia, por ejemplo, en el extremo superior del intervalo de temperatura de funcionamiento, puede obtenerse como resultado un juego de flanco torsional suficientemente pequeño, mientras que en el extremo inferior hay un juego de flanco torsional alto de manera no deseable.

El documento EP 3 293 420 A1, el documento JP S58 84257 A, el documento US 2013/160589 A1, el documento GB 2 224 805 A y el documento DE 10 2010 034 261 A1 muestran ruedas dentadas, en las que se ha intentado mejorar el engrane también en el caso de diferentes temperaturas.

El objetivo de una forma de realización de la presente invención es indicar una rueda dentada, con la que con medios sencillos y económicos sea posible crear un remedio para la situación mencionada anteriormente y en particular mantener reducido el juego de flanco torsional a lo largo de un intervalo de temperatura amplio. Por lo demás, una realización y una configuración de la presente invención se basan en el objetivo de proponer un emparejamiento de ruedas dentadas o un engranaje de ruedas dentadas, que presente una rueda dentada de este tipo.

Este objetivo se alcanza con las características indicadas en las reivindicaciones 1, 22 y 23. Formas de realización ventajosas son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

Una forma de realización de la invención se refiere a una rueda dentada para su uso en un engranaje de ruedas dentadas, que comprende

- un cuerpo de base, que forma una corona dentada con
- un número de primeros dientes con una primera deformabilidad y
- un número de segundos dientes con una segunda deformabilidad,
- siendo la segunda deformabilidad mayor que la primera deformabilidad,
- presentando los segundos dientes solo en la dirección perimetral una sobredimensión con respecto a los primeros

dientes.

Debido a la deformabilidad aumentada, los segundos dientes actúan como un elemento de resorte con una segunda tasa de resorte, que es menor que la primera tasa de resorte de los primeros dientes. Por tanto, los segundos dientes están dotados de una sobredimensión con respecto a los primeros dientes, que puede manifestarse en una extensión aumentada de los segundos dientes solo en la dirección perimetral con respecto a los primeros dientes, por ejemplo, en un grosor de diente aumentado en los flancos de diente.

Es suficiente prever una sobredimensión solo en una dirección perimetral. En particular, en este caso, la sobredimensión puede conseguirse con un diseño asimétrico de los segundos dientes.

Los segundos dientes se encargan, en el caso de un intervalo de temperatura de funcionamiento grande, por ejemplo, a temperaturas cerca del extremo inferior del intervalo de temperatura de funcionamiento, de un juego de flanco torsional reducido, mientras que los primeros dientes a temperaturas cerca del extremo superior del intervalo de temperatura de funcionamiento mantienen reducido el juego de flanco torsional. Debido a la deformabilidad aumentada de los segundos dientes, la sobredimensión de los segundos dientes no conduce a un atasco de las ruedas dentadas que están engranadas. La sobredimensión condicionada a la función, necesaria, se adapta correspondientemente según la aplicación y la situación de funcionamiento.

Conforme a una forma de realización adicional, la corona dentada está cerrada sin interrupción en la dirección perimetral en la zona de los primeros dientes. En esta forma de realización se proporciona un engrane sin interrupción entre los primeros dientes y la rueda dentada adicional. En consecuencia, se garantizan un engrane óptimo y uniforme sin interrupción entre la rueda dentada según lo propuesto y la rueda dentada adicional y, con ello, una marcha suave.

En una forma de realización perfeccionada, la rueda dentada puede presentar un eje longitudinal, estando dispuestos los primeros dientes desplazados en relación con los segundos dientes con respecto al eje longitudinal formando una distancia axial. De este modo se simplifica la fabricación de la rueda dentada según lo propuesto, en particular porque puede introducirse una herramienta de conformado, por ejemplo, un empujador, entre los primeros dientes y los segundos dientes. Además, la distancia pone a disposición un espacio, a cuyo interior pueden deformarse los segundos dientes. Debido a la posibilidad de los segundos dientes de poder deformarse al interior de este espacio, la sobredimensión no conduce a un empeoramiento sustancial del engrane de la rueda dentada según lo propuesto con la rueda dentada adicional.

En una forma de realización perfeccionada, los primeros dientes pueden presentar una primera anchura y los segundos dientes una segunda anchura, siendo la primera anchura mayor que la segunda anchura. La segunda anchura puede seleccionarse de tal manera que la deformabilidad de los segundos dientes se aumente a lo largo de la dirección del eje de giro. La sobredimensión de los segundos dientes puede desplazarse en esta forma de realización tanto en la dirección perimetral como en la dirección del eje de giro, es decir, axialmente, mediante deformación y en particular mediante flexión de tal manera que no se altere el engrane entre la rueda dentada según lo propuesto y la rueda dentada adicional.

Según una forma de realización adicional, el cuerpo de base forma una sección de buje, comprendiendo los segundos dientes nervaduras de unión, que unen las segundas nervaduras con la sección de buje. A este respecto, sobre una o todas las nervaduras de unión pueden estar dispuestos un único segundo diente o varios segundos dientes. A este respecto, las nervaduras de unión actúan como una viga de flexión fijada en un lado y, por tanto, como un elemento de resorte. En todas las formas de realización, en las que los segundos dientes están dispuestos sobre las nervaduras de unión, la segunda deformabilidad también debe extenderse a las nervaduras de unión o limitarse a las nervaduras de unión. Por medio de la sección transversal y del momento de resistencia asociado con la misma, así como con la longitud de las nervaduras de unión puede ajustarse la segunda deformabilidad de los segundos dientes y de las nervaduras de unión. Es igualmente posible dotar solo las nervaduras de unión de la segunda deformabilidad y diseñar los segundos dientes como tales exactamente como los primeros dientes.

En una forma de realización adicional, la segunda anchura varía en la dirección radial con respecto al eje longitudinal. Una forma de realización perfeccionada se caracteriza porque sobre las nervaduras de unión está dispuesto un número de nervios. En ambas formas de realización puede variarse la rigidez de flexión en particular de las nervaduras de unión en la dirección radial, de modo que la segunda deformabilidad puede ajustarse de manera muy dirigida.

En una forma de realización adicional, los segundos dientes pueden estar dispuestos en una zona en forma de sector circular de la rueda dentada. En algunas aplicaciones, el juego de flanco torsional aumentado solo desempeña un papel al arrancar desde la posición de reposo. En cuanto las ruedas dentadas que están engranadas giran, en estas aplicaciones puede aceptarse el engrane no óptimo, en particular, en el borde inferior del intervalo de temperatura de funcionamiento. Para el caso en el que la posición de reposo esté asociada a una determinada posición de giro de la rueda dentada según lo propuesto, es suficiente disponer las segundas ruedas dentadas en una zona en forma de sector circular. Fuera de la zona en forma de sector circular están engranados exclusivamente los primeros dientes, de modo que allí los segundos dientes no pueden ejercer ninguna influencia que altere el engrane.

Una forma de realización perfeccionada se caracteriza porque la primera anchura de los primeros dientes en la zona en forma de sector circular es menor que fuera de la zona en forma de sector circular. En la zona en forma de sector circular, la corona dentada dentro de los primeros dientes presenta un retranqueo, en el que pueden disponerse total o parcialmente los segundos dientes. En este sentido, el espacio constructivo axial, que se necesita para los primeros y los segundos dientes, puede mantenerse reducido, de modo que puede proporcionarse la rueda dentada según lo propuesto con una extensión reducida a lo largo del eje longitudinal.

Conforme a una forma de realización adicional, los segundos dientes están dispuestos sobre un soporte común. En todas las formas de realización, en las que los segundos dientes están dispuestos sobre un soporte común, la segunda deformabilidad debe extenderse también sobre el soporte común. El soporte común puede fabricarse como componente independiente y unirse a continuación con la rueda dentada según lo propuesto. De este modo puede simplificarse la fabricación. Además, los soportes y los segundos dientes pueden fabricarse en este caso de un material distinto al del resto de la rueda dentada, de modo que también a través del material puede ajustarse según lo deseado la segunda deformabilidad de los segundos dientes.

Una forma de realización adicional se caracteriza porque la corona dentada está libre de interrupciones en la dirección perimetral en la zona de los segundos dientes dentro del soporte común. Esta forma de realización es más apropiada cuando la segunda deformabilidad no debe seleccionarse demasiado grande. La fabricación del segundo soporte es simple en esta forma de realización.

Conforme a una forma de realización adicional, el soporte presenta a lo largo del eje longitudinal una interrupción o una depresión. Debido a la interrupción o la depresión puede mantenerse reducida la masa del soporte, sin que la capacidad de ajuste de la segunda deformabilidad se vea perjudicada sustancialmente.

En una forma de realización perfeccionada, el soporte puede presentar una entalladura que parte de la interrupción o de la depresión y que discurre radialmente hacia fuera o un intersticio que parte de la interrupción o de la depresión y que discurre radialmente hacia fuera. Debido al intersticio o a la entalladura se debilita de manera dirigida el soporte, con lo que puede aumentarse la segunda deformabilidad.

En una forma de realización perfeccionada, el soporte puede presentar en la dirección del eje longitudinal una distancia axial y/o en la dirección perimetral una distancia perimetral en relación con los primeros dientes. En ambos casos se posibilita una movilidad del soporte con respecto a los primeros dientes, concretamente en la dirección del eje longitudinal y/o en la dirección perimetral. De este modo puede determinarse la dirección de la segunda deformabilidad.

En una forma de realización adicional, los segundos dientes pueden presentar un perfil de dentado con una modificación de cabeza de diente. Con la modificación de cabeza de diente puede variarse de manera dirigida el comportamiento de entrada de los segundos dientes en el dentado de la rueda dentada adicional. Una modificación de cabeza de diente, por un lado, no es necesariamente obligatoria para el aumento de la deformabilidad y, por otro lado, no conduce obligatoriamente a una sobredimensión. Sin embargo, la modificación de cabeza de diente puede estar diseñada de tal manera que se proporcione una sobredimensión de los segundos dientes con respecto a los primeros dientes. En particular, además del comportamiento de entrada mejorado, al mismo tiempo puede reducirse el juego de flanco torsional. Siempre que sea conveniente, también puede dotarse a los primeros dientes de una modificación de cabeza de diente, con lo que puede mejorarse igualmente el comportamiento de entrada.

En una forma de realización adicional, los segundos dientes presentan una ranura que discurre radialmente hacia fuera o un hueco que discurre radialmente hacia fuera. De este modo puede variarse la segunda deformabilidad dentro de los segundos dientes. En particular, cuando hay una sobredimensión con respecto a los primeros dientes, esta puede distribuirse mediante una deformación correspondiente de los segundos dientes de tal manera que se impide un atasco.

Una forma de realización perfeccionada se caracteriza porque la rueda dentada está compuesta de un termoplástico técnico o un termoplástico de alto rendimiento. Ejemplos no limitativos de tales termoplásticos son POM (polioximetileno), PA (poliamida), PK (policetona), PPA (poliftalamida), PEEK (polieteretercetona) o PPS (poli(sulfuro de fenilo)). Además, pueden utilizarse poliamidas parcialmente aromáticas, tales como PA4T, PA6T o PA9T. Tales termoplásticos posibilitan, por un lado, la producción de la rueda dentada según lo propuesto en el procedimiento de moldeo por inyección, de modo que las ruedas dentadas según lo propuesto pueden producirse de manera económica en números de piezas altos. Por otro lado, estos termoplásticos proporcionan una alta resistencia al desgaste, de modo que las ruedas dentadas presentan una alta vida útil. Sin embargo, según el caso de aplicación puede ser apropiado utilizar otro plástico, por ejemplo, un plástico termoendurecido, para la fabricación de la rueda dentada según lo propuesto.

En una forma de realización adicional, la rueda dentada presenta un módulo de elasticidad de desde 1000 hasta 3500 MPa. Con este módulo de elasticidad puede ajustarse la segunda deformabilidad de tal manera que presente dicha influencia en particular sobre el juego de flanco torsional.

Conforme a una forma de realización adicional, el termoplástico técnico o el termoplástico de alto rendimiento es total o parcialmente autorreforzante o está reforzado con fibras, ascendiendo el porcentaje de fibras a hasta el 35% y en particular a entre el 5 y el 30%. Para realizar el termoplástico técnico o el termoplástico de alto rendimiento de manera autorreforzante, pueden variarse de manera dirigida su estructura molecular y la cristalinidad. De este modo puede aumentarse en particular la resistencia a la tracción, sin tener que añadir componentes adicionales. Además, el plástico autorreforzante puede realizarse de forma muy tenaz, de modo que no se rompa hasta temperaturas de menos de -35°C. Además, a los plásticos autorreforzantes se les pueden añadir componentes adicionales, para variar de manera dirigida determinadas propiedades. Ambas medidas tienen el propósito de poder utilizar la rueda dentada según lo propuesto también para altas solicitaciones.

Una forma de realización adicional se caracteriza porque la rueda dentada, allí donde el termoplástico técnico o el termoplástico de alto rendimiento es autorreforzante o está reforzado con fibras, presenta un módulo E de entre 6000 y 13000 MPa. Estos módulos E se ajustan en particular fuera de los segundos dientes y fuera de las nervaduras de unión. En particular, la sección de buje se dota de un módulo E de este tipo, para poder iniciar pares de giro altos en la rueda dentada según lo propuesto. Por tanto, es posible dotar determinadas zonas de la rueda dentada según lo propuesto de manera dirigida, en particular, de otras propiedades mecánicas, sin tener que usar otro termoplástico.

Según una forma de realización perfeccionada, los primeros dientes están compuestos de un primer material, en particular, un primer termoplástico técnico o un primer termoplástico de alto rendimiento y los segundos dientes de un segundo material, en particular, de un segundo termoplástico técnico o un segundo termoplástico de alto rendimiento, presentando el segundo termoplástico técnico o el segundo termoplástico de alto rendimiento un menor módulo de elasticidad y/o un menor coeficiente de dilatación térmica que el primer termoplástico técnico o el primer termoplástico de alto rendimiento. En esta forma de realización, los primeros dientes y los segundos dientes están compuestos de un material diferente. En particular, cuando la rueda dentada según lo propuesto está compuesta de dos termoplásticos diferentes, pueden por ejemplo inyectarse los segundos dientes y/o las nervaduras de unión en la rueda dentada restante. También es posible producir los segundos dientes y/o las nervaduras de unión como piezas independientes y unir tras la terminación de la rueda dentada restante los segundos dientes y/o las nervaduras de unión con la rueda dentada restante. Como se ha mencionado al principio, el juego de flanco torsional debe mantenerse reducido en un intervalo de temperatura amplio. En este ejemplo de realización, los segundos dientes en el caso de temperaturas crecientes se dilatan menos que los primeros dientes. Por tanto, es posible impedir un engrane perturbador de los segundos dientes a pesar de la sobredimensión, cuando se ha alcanzado el intervalo de temperatura de funcionamiento.

Debido a la posibilidad de utilizar un segundo termoplástico técnico o un segundo termoplástico de alto rendimiento con un módulo de elasticidad menor, la segunda deformabilidad puede aumentarse solo de este modo, sin tener que prever geometrías especiales para los segundos dientes y/o las nervaduras de unión.

Conforme a una forma de realización adicional, la rueda dentada presenta un dentado recto o un dentado oblicuo con un ángulo de inclinación β de hasta 15°. En consecuencia, la rueda dentada según lo propuesto puede usarse no solo para engranajes de ruedas dentadas con un dentado recto, sino también para engranajes de ruedas rectas con dentado oblicuo. Los engranajes de ruedas rectas con dentado oblicuo se caracterizan debido a la relación de solapamiento aumentada debido a un comportamiento de marcha más suave con respecto al dentado recto.

Una realización de la invención se refiere a un emparejamiento de ruedas dentadas de un engranaje de ruedas dentadas, que comprende una rueda dentada según una de las formas de realización anteriores, y al menos una rueda dentada adicional, que puede engranarse o está engranada con la rueda dentada. A este respecto, la rueda dentada adicional está fabricada en particular de metal, mientras que la rueda dentada según lo propuesto está compuesta de plástico, de modo que se obtiene como resultado un emparejamiento de materia plástico-metal.

Una configuración de la invención se refiere a un engranaje de ruedas dentadas que comprende un emparejamiento de ruedas dentadas según la realización dada a conocer anteriormente. Los efectos y ventajas técnicos, que pueden conseguirse con el emparejamiento de ruedas dentadas según lo propuesto, así como con el engranaje de ruedas dentadas según lo propuesto, corresponden a aquellos que se han explicado para la presente rueda dentada. Resumiendo, debe indicarse que el juego de flanco torsional puede mantenerse reducido, en particular, en el caso de intervalos de temperaturas grandes en el extremo superior e inferior.

A continuación se explican más detalladamente formas de realización a modo de ejemplo de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Muestran

las figuras 1A a 1C, un primer ejemplo de realización de un emparejamiento de ruedas dentadas según la invención mediante diferentes vistas,

la figura 2, un segundo ejemplo de realización de una rueda dentada según la invención mediante una representación en corte esquemática,

la figura 3, un tercer ejemplo de realización de una rueda dentada según la invención mediante una representación en

corte esquemática,

las figuras 4A y 4B, un cuarto ejemplo de realización de un emparejamiento de ruedas dentadas según la invención mediante diferentes vistas,

la figura 4C, una representación en perspectiva aislada de una rueda dentada del emparejamiento de ruedas dentadas según el cuarto ejemplo de realización,

las figuras 5A a 5C, un quinto ejemplo de realización de un emparejamiento de ruedas dentadas según la invención mediante diferentes vistas,

la figura 5D, una representación no a escala, aislada, de una rueda dentada del emparejamiento de ruedas dentadas según el cuarto ejemplo de realización,

la figura 6, una vista en planta aislada de un sexto ejemplo de realización de un emparejamiento de ruedas dentadas según la invención, representándose solo parcialmente la rueda dentada según lo propuesto,

las figuras 7A y 7B, representaciones esquemáticas de perfiles de dentado, que pueden emplearse en el emparejamiento de ruedas dentadas según lo propuesto,

la figura 8a, una representación esquemática de un engranaje de ruedas dentadas con un emparejamiento de ruedas dentadas según lo propuesto, y

la figura 8B, una representación no a escala, aislada, de una rueda dentada del emparejamiento de ruedas dentadas según el séptimo ejemplo de realización.

En las figuras 1A a 1C se muestra un primer ejemplo de realización de un emparejamiento de ruedas dentadas según la invención 10₁ mediante diferentes vistas. A este respecto, la figura 1A muestra una vista en perspectiva, mientras que la figura 1B muestra una vista en planta y la figura 1C muestra una representación en corte a lo largo del plano de corte X-X definido en la figura 1B. El emparejamiento de ruedas dentadas 10₁ comprende una rueda dentada 12₁ según la invención según un primer ejemplo de realización y una rueda dentada adicional 14, estando la rueda dentada 12₁ y la rueda dentada adicional 14 engranadas entre sí. En el primer ejemplo de realización, la rueda dentada 12₁ y la rueda dentada adicional 14 están realizadas como ruedas rectas con un dentado recto.

La rueda dentada 12₁ presenta un cuerpo de base 16 (véase la figura 1C), que forma una corona dentada 18. La corona dentada 18 comprende un número de primeros dientes 20 y un número de segundos dientes 22. En el primer ejemplo de realización, el número de los primeros dientes 20 y de los segundos dientes 22 es igual, pero también pueden diferir entre sí (véanse las figuras 4 a 6). Tanto los primeros dientes 20 como los segundos dientes 22 están dispuestos distribuidos de manera uniforme por todo el perímetro de la rueda dentada 12₁ según lo propuesto. En la zona de los primeros dientes 20, la corona dentada 18 está cerrada sin interrupción en la dirección perimetral.

Como se desprende en particular de la figura 1C, el cuerpo de base 16 forma una sección de buje cilíndrica 24. Los segundos dientes 22 comprenden nervaduras de unión en forma de varillas 26, con las que los segundos dientes 22 están unidos con la sección de buje 24. A este respecto, las nervaduras de unión 26 discurren partiendo de la sección de buje 24 de manera sustancialmente radial hacia fuera. En el primer ejemplo de realización, cada uno de los segundos dientes 22 comprende, en cada caso, una nervadura de unión 26, de modo que el número de las nervaduras de unión 26 es igual al número de los segundos dientes 22.

Los primeros dientes 20 están unidos a través de una sección de unión en forma de disco 28 formada por el cuerpo de base 16 con la sección de buje 24, presentando la sección de unión 28 una depresión en forma de anillo 30. La depresión en forma de anillo sirve en primera línea para la optimización en cuanto a la técnica de inyección de la rueda dentada 12₁, por ejemplo, para evitar la formación de rechupes durante la producción de la rueda dentada 12₁ según la invención. Además, puede ahorrarse material.

Los primeros dientes 20 presentan una primera deformabilidad v1 y los segundos dientes 22 una segunda deformabilidad v2. Debido al diseño geométrico y/o a la selección de los parámetros de material de los primeros dientes 20 y de los segundos dientes 22, la segunda deformabilidad v2 es mayor que la primera deformabilidad v1.

La rueda dentada 12₁ según lo propuesto presenta un eje longitudinal L (véase la figura 1C), alrededor del que puede girar la rueda dentada 12₁ en el estado listo para el funcionamiento. Con respecto al eje longitudinal L, los segundos dientes 22 están dispuestos en la sección de buje 24 desplazados en relación con los primeros dientes 20, de modo que se configura una distancia AA en la dirección axial entre los primeros dientes 20 y los segundos dientes 22.

Los primeros dientes 20 presentan una primera anchura B1 y los segundos dientes 22 una segunda anchura B2, presentando las nervaduras de unión 26 en el primer ejemplo de realización igualmente la segunda anchura B2. A este respecto, la primera anchura B1 es mayor que la segunda anchura B2. Entre dos nervaduras de unión adyacentes

26 queda una distancia que aumenta radialmente hacia fuera AS (véase la figura 1A), de modo que la corona dentada 18 en la zona de los segundos dientes 22 no está cerrada en la dirección perimetral a diferencia de la zona de los primeros dientes 20.

En el primer ejemplo de realización, la rueda dentada 12₁ está fabricada de un termoplástico técnico o un termoplástico de alto rendimiento. Ejemplos de tales termoplásticos son POM (polioximetileno), PA (poliamida), PK (policetona), PPA (polifitalamida), PEEK (polieteretercetona) o PPS (poli(sulfuro de fenilo)). En toda la rueda dentada 12₁ hay un módulo de elasticidad E de desde 1000 hasta 3500 MPa. Según el termoplástico usado y según el módulo de elasticidad E deseado, el termoplástico puede ser autorreforzante o estar reforzado con fibras. En este caso, la rueda dentada 12₁ puede estar dotada por zonas de diferentes módulos de elasticidad E. Por ejemplo, toda la rueda dentada 12₁ con excepción de las nervaduras de unión 26 y de los segundos dientes 22 puede fabricarse con un termoplástico autorreforzante o reforzado con fibras, de modo que las nervaduras de unión 26 y los segundos dientes 22 presentan la segunda deformabilidad aumentada v2, mientras que la rueda dentada 12₁ en la zona restante la primera deformabilidad reducida v1.

En particular, a partir de la figura 1B puede verse que los segundos dientes 22 están dispuestos con respecto a los primeros dientes 20 de tal manera que se consigue una sobredimensión en la dirección perimetral. En el primer ejemplo de realización, los segundos dientes 22 están diseñados de tal manera que con respecto a la representación en la figura 1B se obtiene una sobredimensión en un lado con respecto a los primeros dientes 20 en contra del sentido de las agujas del reloj, pudiendo diseñarse la rueda dentada 12₁ también de tal manera que la sobredimensión en un lado se obtenga como resultado en el sentido de las agujas del reloj. De esto queda claro que la sobredimensión puede proporcionarse solo a partir de la disposición de los segundos dientes 22 con respecto a los primeros dientes 20. Una sobredimensión en un lado puede ser suficiente para conseguir los efectos deseados sobre el juego de flanco torsional. Por tanto, no es necesariamente obligatorio que los flancos de diente presenten un engrosamiento a ambos lados.

En la figura 2 se muestra un segundo ejemplo de realización de la rueda dentada 12₂ según la invención mediante una representación en corte, que se orienta en el plano de corte X-X de la figura 1B. La estructura esencial de la rueda dentada 12₂ según el segundo ejemplo de realización es equivalente a la estructura de la rueda dentada 12₁ según el primer ejemplo de realización, de modo que, a continuación, solo se entrará en las diferencias. La sección de buje 24, la sección de unión 28 y los primeros dientes 20 están fabricados de un primer termoplástico técnico o un primer termoplástico de alto rendimiento, mientras que los segundos dientes 22 y las nervaduras de unión 26 están compuestos de un segundo termoplástico técnico o un segundo termoplástico de alto rendimiento. A este respecto, el primer termoplástico técnico o el primer termoplástico de alto rendimiento presenta un primer módulo de elasticidad E1 y el segundo termoplástico técnico o el segundo termoplástico de alto rendimiento presenta un segundo módulo de elasticidad E2, siendo el primer módulo de elasticidad E1 mayor que el segundo módulo de elasticidad E2.

De manera alternativa o acumulativa, el primer termoplástico técnico o el primer termoplástico de alto rendimiento presenta un primer coeficiente de dilatación térmica α_1 y el segundo termoplástico técnico o el segundo termoplástico de alto rendimiento presenta un segundo coeficiente de dilatación térmica α_2 , siendo el primer coeficiente de dilatación térmica α_1 mayor que el segundo coeficiente de dilatación térmica α_2 .

Además, sobre las nervaduras de unión 26 está dispuesto un número de nervios 32, que partiendo de la sección de buje 24, discurren de manera sustancialmente radial hacia fuera.

En la figura 3 se muestra un tercer ejemplo de realización de la rueda dentada 12₃ según la invención igualmente mediante una representación en corte, que se orienta en el plano de corte X-X de la figura 1B. En el tercer ejemplo de realización, la segunda anchura B2 de la nervadura de unión 26 varía de tal manera que partiendo de la sección de buje 24 disminuye radialmente hacia fuera.

En las figuras 4A y 4B se representa un cuarto ejemplo de realización del emparejamiento de ruedas dentadas 10₄ según la invención mediante una representación en perspectiva o una vista desde abajo, que presenta una rueda dentada 12₄ según la invención según un cuarto ejemplo de realización. En la figura 4C, la rueda dentada 12₄ según la invención se muestra aislada mediante una representación en perspectiva. En el cuarto ejemplo de realización, los segundos dientes 22 están dispuestos distribuidos uniformemente en la dirección perimetral en una zona en forma de sector circular S. En consecuencia, la corona dentada 18 presenta solo en la zona en forma de sector circular S y no por todo el perímetro los segundos dientes 22.

A partir de la figura 4B puede reconocerse que los segundos dientes 22, como también en el primer ejemplo de realización, están diseñados de tal manera que proporcionan una sobredimensión en un lado con respecto a los primeros dientes 20. Con respecto a la representación en la figura 4B, la sobredimensión con respecto a los primeros dientes 20 está dispuesta en contra del sentido de las agujas del reloj. También es concebible una sobredimensión con respecto a los primeros dientes 20 en el sentido de las agujas del reloj.

Como puede reconocerse en particular a partir de la figura 4C, la primera anchura B1 de los primeros dientes 20 dentro de la zona en forma de sector circular S es menor que fuera. La zona en forma de sector circular S está limitada en la dirección perimetral por los primeros dientes 20, que presentan la primera anchura B1 mayor. A su vez, queda una

distancia axial AA entre los primeros dientes 20 y los segundos dientes 22. Como también en los tres ejemplos de realización descritos anteriormente, entre dos nervaduras de unión adyacentes 26 queda una distancia que aumenta radialmente AS, de modo que la corona dentada 18 dentro de los segundos dientes 22 no está cerrada en la zona en forma de sector circular S.

En las figuras 5A a 5C se muestra un quinto ejemplo de realización del emparejamiento de ruedas dentadas 10₅ según la invención con una rueda dentada 12₅ según un quinto ejemplo de realización mediante diferentes representaciones, siendo la figura 5A una vista en perspectiva, la figura 5B una vista desde abajo y la figura 5C una vista en planta. En la figura 5D se representa de manera aislada la rueda dentada 12₅ según el quinto ejemplo de realización mediante una vista en planta no a escala. En el quinto ejemplo de realización, los segundos dientes 22 están dispuestos sobre un soporte común 36, que está dispuesto dentro de una zona en forma de sector circular S. También en el quinto ejemplo de realización, los primeros dientes 20 presentan dentro de la zona en forma de sector circular S una primera anchura B1 menor que fuera. A su vez, la zona en forma de sector circular S está limitada en la dirección perimetral por los primeros dientes 20, que presentan la primera anchura B1 mayor.

El soporte común 36 presenta una interrupción 38 o una depresión, en particular, para aumentar la segunda deformabilidad v2 y reducir la formación de rechupes. El soporte común 36 puede estar configurado como componente independiente y desplazarse sobre la sección de buje 24. En particular, cuando el soporte común 36 está configurado como componente individual, es apropiado fabricar el soporte común 36 del segundo termoplástico técnico o del segundo termoplástico de alto rendimiento ya mencionado. En total están dispuestos tres segundos dientes 22 sobre el soporte común 36, que sin embargo, a diferencia de los segundos dientes 22 de las ruedas dentadas 12 según los ejemplos de realización comentados anteriormente, pasan de uno a otro sin interrupción. En principio sería suficiente prever solo un segundo diente 22, para conseguir la acción según la invención, en el que se entrará más en detalle más adelante.

A partir de las figuras 5B y 5C puede reconocerse que también en el quinto ejemplo de realización 10₅ solo hay un sobredimensión en un lado. Con respecto a la figura 5B, los segundos dientes 22 están diseñados de tal manera que proporcionan, en cada caso, con respecto a los primeros dientes 20 una sobredimensión en contra del sentido de las agujas del reloj y dos sobredimensiones en el sentido de las agujas del reloj. También son posibles otras combinaciones de la orientación de la sobredimensión con respecto al sentido de las agujas del reloj.

Como puede reconocerse a partir de la figura 5D, los segundos dientes 22 dispuestos sobre el soporte común 36 presentan a lo largo del eje longitudinal L una distancia axial AA y en la dirección perimetral a ambos lados una distancia perimetral AU. Pero es igualmente posible disponer el soporte común 36 en la dirección axial antes o después de los primeros dientes 20, de modo que no es necesario prever la zona en forma de sector circular S.

En la figura 6 se representa un sexto ejemplo de realización del emparejamiento de ruedas dentadas 10₆ según la invención mediante una vista en planta, que equivale en gran parte al emparejamiento de ruedas dentadas 10₅ según el quinto ejemplo de realización. Por tanto, por motivos de representación, solo se muestra el soporte común 36 de la rueda dentada 12₆ del sexto ejemplo de realización. El soporte común 36 presenta, partiendo de la depresión o de la interrupción 38, un intersticio 40 que también puede estar diseñado como entalladura. De este modo se debilita de manera dirigida el soporte común 36, de modo que este y, por consiguiente, también los segundos dientes 22 presentan una segunda deformabilidad aumentada v2. En particular, el central de los segundos dientes 22 obtiene de este modo una movilidad radial aumentada.

En las figuras 7A y 7B se muestra un primer diente 20 con un primer perfil de dentado 42₁ o un segundo diente 22 con un segundo perfil de dentado 42₂ mediante una vista esquemática. El primer perfil de dentado 42₁ representado en la figura 7A define un dentado evolvente. El segundo perfil de dentado 42₂ se basa también en el dentado evolvente representado en la figura 7A, sin embargo, el segundo perfil de dentado 42₂ presenta una modificación de cabeza 44, de modo que termina más en punta hacia fuera que el primer perfil de dentado 42₁ representado en la figura 7A. Alternativa o adicionalmente, el segundo diente 22 puede presentar un grosor de diente aumentado, en particular, al menos en uno de los flancos de diente.

Por lo demás, el segundo diente 22 dotado del segundo perfil de dentado 42₂ presenta una ranura que discurre radialmente hacia fuera o un hueco que igualmente radialmente hacia fuera 46, que atraviesa de manera axialmente completa el segundo diente 22. De este modo puede aumentarse la segunda deformabilidad v2. Tanto el primer diente 20 como el segundo diente 22 discurren simétricamente con respecto a una línea central M. En particular, con referencia a las figuras 1A, 4A y 4C queda claro que el segundo perfil de dentado 42₂ no tiene que estar construido obligatoriamente de manera simétrica con respecto a la línea central M, para poder conseguir la acción según la invención.

En la figura 8A se muestra un engranaje de ruedas dentadas 48 mediante una representación en corte esquemática, que presenta un emparejamiento de ruedas dentadas 10₇ según la invención según un séptimo ejemplo de realización. En el engranaje de ruedas dentadas 48 representado, la rueda dentada 12₇ según la invención está unida con un árbol de accionamiento 50, mientras que la rueda dentada adicional 14 está unida con un árbol de accionamiento 52. El árbol de accionamiento 50 está unido con una fuente de par de giro 51, por ejemplo, con un motor eléctrico.

El árbol de accionamiento 50 y el árbol de accionamiento 52 están montados en una carcasa 54, que rodea una cavidad 56, en la que están dispuestas la rueda dentada 12₇ y la rueda dentada adicional 14 de tal manera que están engranadas. A este respecto, la rueda dentada 12₇ según la invención está fabricada del termoplástico técnico o el termoplástico de alto rendimiento ya mencionado, mientras que la rueda dentada adicional 14 está fabricada de metal. Sin embargo, la rueda dentada adicional 14 puede estar fabricada también de plástico. En la figura 8B se muestra una rueda dentada 12₇ según la invención según el séptimo ejemplo de realización mediante vista en planta esquemática, que se usa en el engranaje de ruedas dentadas 48 mostrado en la figura 8A. A diferencia de los ejemplos de realización presentados anteriormente, la rueda dentada 12₇ según el séptimo ejemplo de realización presenta un dentado oblicuo 58 con un ángulo de inclinación β , que asciende a hasta 15° y en particular a entre 1° y 10°. La rueda dentada adicional 14 presenta un dentado oblicuo diseñado correspondientemente (no representado).

El engranaje de ruedas dentadas 48 según la invención se hace funcionar de la siguiente manera: En la posición de reposo, que no se muestra por motivos de representación en la figura 8A, se encuentran tanto los primeros dientes 20 como los segundos dientes 22 de la rueda dentada 12₇ engranados con la rueda dentada adicional 14. En la posición de reposo, la rueda dentada 12₇ y la rueda dentada adicional 14 presentan una temperatura de partida, por ejemplo, temperatura ambiente, que según la aplicación se encuentra en el borde inferior del intervalo de temperatura de funcionamiento del engranaje de ruedas dentadas 48.

Debido a la segunda deformabilidad aumentada v2, los segundos dientes 22 pueden dotarse de una sobredimensión con respecto a los primeros dientes 20, que puede manifestarse, por ejemplo, en un grosor de diente aumentado. Los segundos dientes 22 se encargan en el caso de un intervalo de temperatura de funcionamiento grande, por ejemplo, en el caso de temperaturas cerca del extremo inferior del intervalo de temperatura de funcionamiento, de un juego de flanco torsional reducido, mientras que los primeros dientes 20 a temperaturas cerca del extremo superior del intervalo de temperatura de funcionamiento mantienen reducido el juego de flanco torsional. Durante el funcionamiento del engranaje de ruedas dentadas 48, que se inicia, en particular, con la activación de la fuente de par de giro 51, se calientan la rueda dentada 12₁ y la rueda dentada adicional 14. Sin embargo, también puede provocarse un calentamiento de la rueda dentada 12₁ y de la segunda rueda dentada 14 por influencias externas que se producen durante el funcionamiento, por ejemplo, cuando se realiza un proceso térmico usando vapor de agua en el entorno inmediato del engranaje de ruedas dentadas 48. También hay aplicaciones, en las que el engranaje de ruedas dentadas 48 se enfría debido a las influencias que se producen durante el funcionamiento, por ejemplo, en el caso de procesos de frío realizados en el entorno inmediato o cuando el engranaje de ruedas dentadas 48 se mueve durante el funcionamiento a entornos más fríos, tal como puede ser el caso, por ejemplo, en turismos o aviones.

Sin embargo, a continuación se considera el caso en el que el engranaje de ruedas dentadas 48 se calienta durante el funcionamiento. Como se ha mencionado, el engrane de los primeros dientes 20 a la temperatura de partida, que se encuentra habitualmente en el extremo inferior del intervalo de temperatura de funcionamiento, no es óptimo, sin embargo, el engrane de los primeros dientes 20 mejora con una temperatura creciente, para alcanzar su óptimo, por ejemplo, en el extremo superior del intervalo de temperatura de funcionamiento. Debido a la segunda deformabilidad aumentada v2 de los segundos dientes 22, la sobredimensión de los segundos dientes 22 no conduce a un atasco de las ruedas dentadas que están engranadas, cuando se ha alcanzado el extremo superior del intervalo de temperatura de funcionamiento.

Lista de signos de referencia

10 emparejamiento de ruedas dentadas

10₁ - 10₆ primer a sexto ejemplo de realización del emparejamiento de ruedas dentadas

12 rueda dentada

12₁ - 12₆ primer a sexto ejemplo de realización de la rueda dentada

14 rueda dentada adicional

16 cuerpo de base

18 corona dentada

20 primeros dientes

22 segundos dientes

24 sección de buje

26 nervadura de unión

	28 sección de unión
	30 depresión en forma de anillo
5	32 nervios
	36 soporte común
	38 interrupción
10	40 intersticio
	42 perfil de dentado
15	42 ₁ primer perfil de dentado
	42 ₂ segundo perfil de dentado
	44 modificación de cabeza
20	46 hueco
	48 engranaje de ruedas dentadas
25	50 árbol de accionamiento
	51 fuente de par de giro
	52 árbol de accionamiento
30	54 carcasa
	56 cavidad
35	58 dentado oblicuo
	AA distancia axial
	AS distancia entre dos segundos dientes
40	AU distancia perimetral
	B anchura
45	B1 primera anchura
	B2 segunda anchura
	E módulo de elasticidad
50	E1 primer módulo de elasticidad
	E2 segundo módulo de elasticidad
55	L eje longitudinal
	M línea central
	S zona en forma de sector circular
60	v1 primera deformabilidad
	v2 segunda deformabilidad
65	α 1 primer coeficiente de dilatación térmica

α_2 segundo coeficiente de dilatación térmica

β ángulo de inclinación

REIVINDICACIONES

1. Rueda dentada (12) para su uso en un engranaje de ruedas dentadas (48), que comprende
- 5 - un cuerpo de base (16), que forma una corona dentada (18) con
- un número de primeros dientes (20) con una primera deformabilidad (v1) y
- un número de segundos dientes (22) con una segunda deformabilidad (v2),
- 10 - siendo la segunda deformabilidad (v2) mayor que la primera deformabilidad (v1), caracterizada porque
- los segundos dientes (22) presentan una sobredimensión solo en la dirección perimetral con respecto a los primeros dientes (20).
- 15 2. Rueda dentada (12) según la reivindicación 1,
- caracterizada porque la corona dentada (18) está cerrada sin interrupción en la dirección perimetral en la zona de los primeros dientes (20).
- 20 3. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones 1 o 2,
- caracterizada porque la rueda dentada (12) presenta un eje longitudinal (L) y los primeros dientes (20) están dispuestos desplazados en relación con los segundos dientes (22) con respecto al eje longitudinal (L) formando una distancia axial (AA).
- 25 4. Rueda dentada (12) según la reivindicación 3,
- caracterizada porque los primeros dientes (20) presentan una primera anchura (B1) y los segundos dientes (22) una segunda anchura (B2), siendo la primera anchura (B1) mayor que la segunda anchura (B2).
- 30 5. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque el cuerpo de base (16) forma una sección de buje (24) y los segundos dientes (22) comprenden nervaduras de unión (26), que unen los segundos dientes (22) con la sección de buje (24).
- 35 6. Rueda dentada (12) según las reivindicaciones 4 y 5,
- caracterizada porque
- 40 - la segunda anchura (B2) varía en la dirección radial con respecto al eje longitudinal (L), y/o
- un número de nervios (32) está dispuesto sobre las nervaduras de unión (26).
- 45 7. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque los segundos dientes (22) están dispuestos en una zona en forma de sector circular (S) de la rueda dentada (10).
- 50 8. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones 3 y 7,
- caracterizada porque la primera anchura (B1) de los primeros dientes (20) en la zona en forma de sector circular (S) es menor que fuera de la zona en forma de sector circular (S).
- 55 9. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque los segundos dientes (22) están dispuestos sobre un soporte común (36).
- 60 10. Rueda dentada (12) según la reivindicación 9,
- caracterizada porque la corona dentada (18) está libre de interrupciones en la dirección perimetral en la zona de los segundos dientes (22) dentro del soporte común (36).
- 65 11. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones 9 o 10,
- caracterizada porque el soporte (36) presenta a lo largo del eje longitudinal (L) una interrupción (38) o una depresión.

12. Rueda dentada (12) según las reivindicaciones 9 y 11,
5 caracterizada porque el soporte (36) presenta una entalladura que parte de la interrupción (38) o de la depresión y que discurre radialmente hacia fuera o un intersticio (40) que parte de la interrupción (38) o de la depresión y que discurre radialmente hacia fuera.
13. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones 9 a 12,
10 caracterizada porque el soporte (36) presenta en la dirección del eje longitudinal (L) una distancia axial (AA) y/o en la dirección perimetral una distancia perimetral (AU) en relación con los primeros dientes (20).
14. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores,
15 caracterizada porque los segundos dientes (22) presentan un perfil de dentado (42) con una modificación de cabeza de diente (44).
15. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores,
20 caracterizada porque los segundos dientes (22) presentan una ranura que discurre radialmente hacia fuera o un hueco que discurre radialmente hacia fuera (46).
16. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores,
25 caracterizada porque la rueda dentada (12) está compuesta de un termoplástico técnico o un termoplástico de alto rendimiento.
17. Rueda dentada (12) según la reivindicación 16,
30 caracterizada porque la rueda dentada (12) presenta un módulo de elasticidad (E) de desde 1000 hasta 3500 MPa.
18. Rueda dentada (12) según la reivindicación 17,
35 caracterizada porque el termoplástico técnico o el termoplástico de alto rendimiento es total o parcialmente autorreforzante o está reforzado con fibras, ascendiendo el porcentaje de fibras a hasta el 35%.
19. Rueda dentada (12) según la reivindicación 16,
40 caracterizada porque la rueda dentada (12), allí donde el termoplástico técnico o el termoplástico de alto rendimiento es autorreforzante o está reforzado con fibras, presenta un módulo E (E) de entre 6000 y 13000 MPa.
20. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores,
45 caracterizada porque
- los primeros dientes (20) están compuestos de un primer termoplástico técnico o un primer termoplástico de alto rendimiento y
 - los segundos dientes (22) están compuestos de un segundo termoplástico técnico o un segundo termoplástico de alto rendimiento,
 - presentando el segundo termoplástico técnico o el segundo termoplástico de alto rendimiento un menor módulo de elasticidad (E) y/o un menor coeficiente de dilatación térmica (α) que el primer termoplástico técnico o el primer termoplástico de alto rendimiento.
21. Rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores,
55 caracterizada porque la rueda dentada (12) presenta un dentado recto o un dentado oblicuo (58) con un ángulo de inclinación (β) de hasta 15°.
22. Emparejamiento de ruedas dentadas (10) de un engranaje de ruedas dentadas, que comprende
60
- una rueda dentada (12) según una de las reivindicaciones anteriores, y
 - al menos una rueda dentada adicional (14), que puede engranarse o está engranada con la rueda dentada (12).
- 65

23. Engranaje de ruedas dentadas (48), que comprende un emparejamiento de ruedas dentadas (10) según la reivindicación 22.

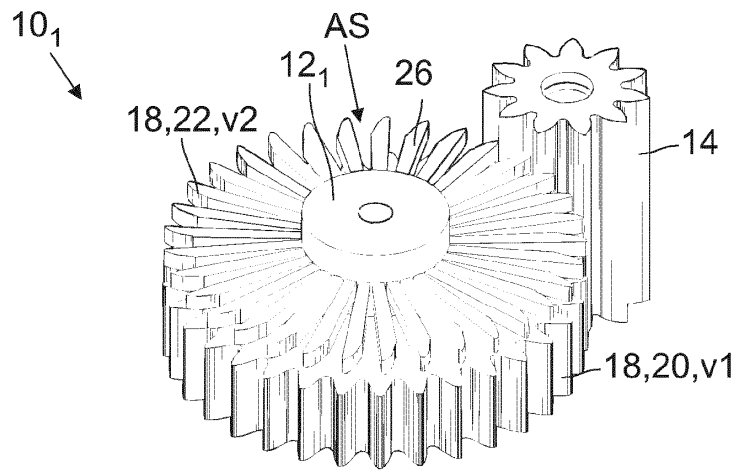


Fig.1A

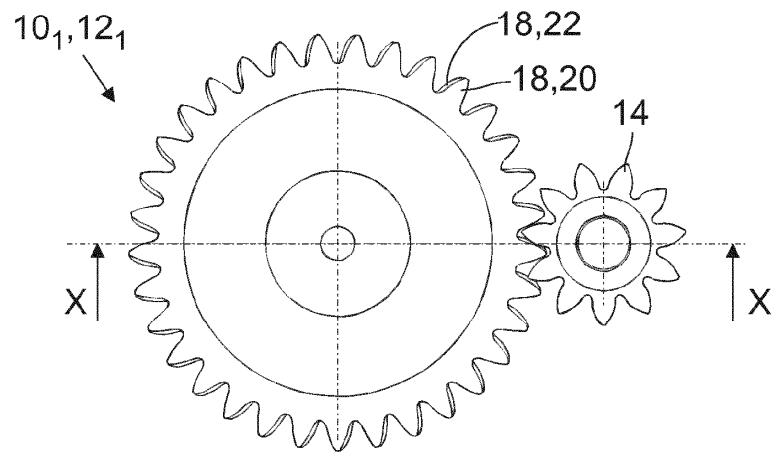


Fig.1B

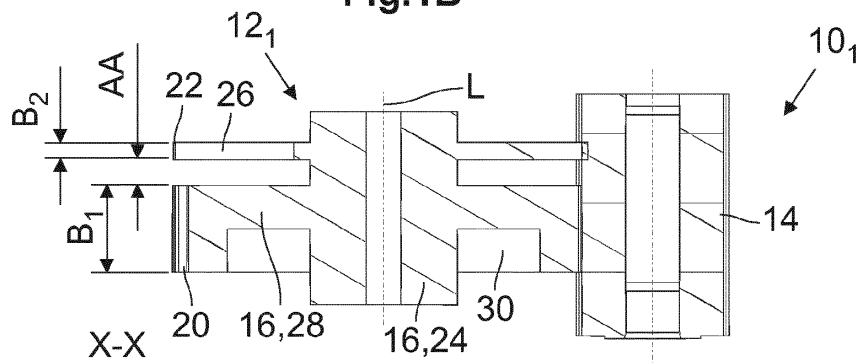


Fig.1C

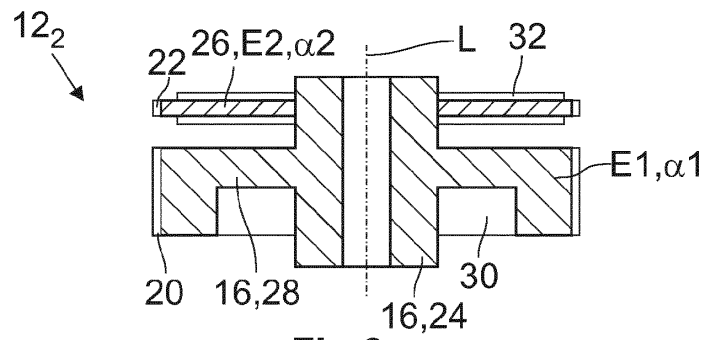


Fig. 2

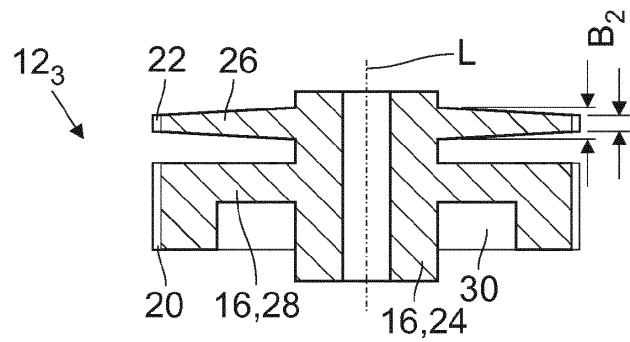


Fig. 3

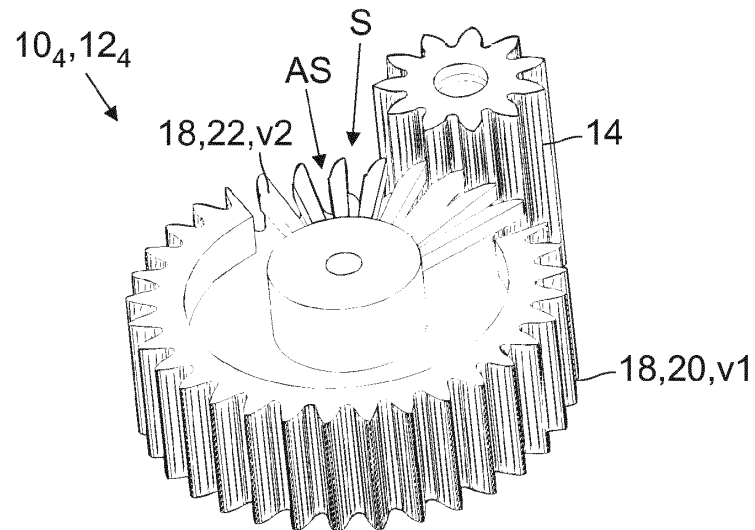


Fig. 4A

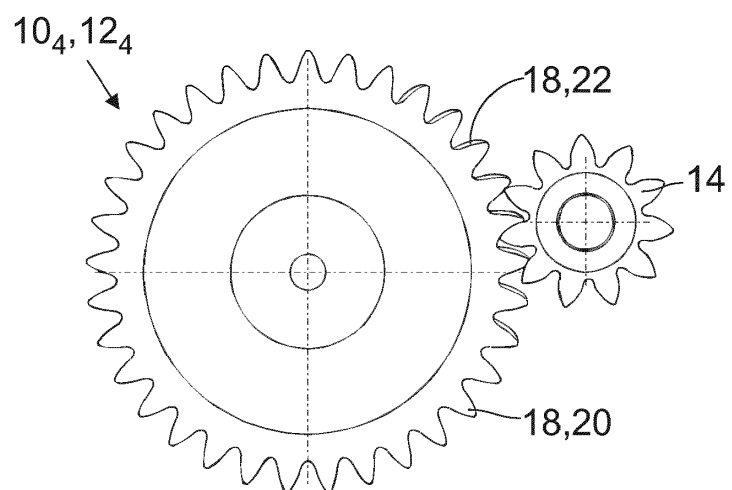


Fig.4B

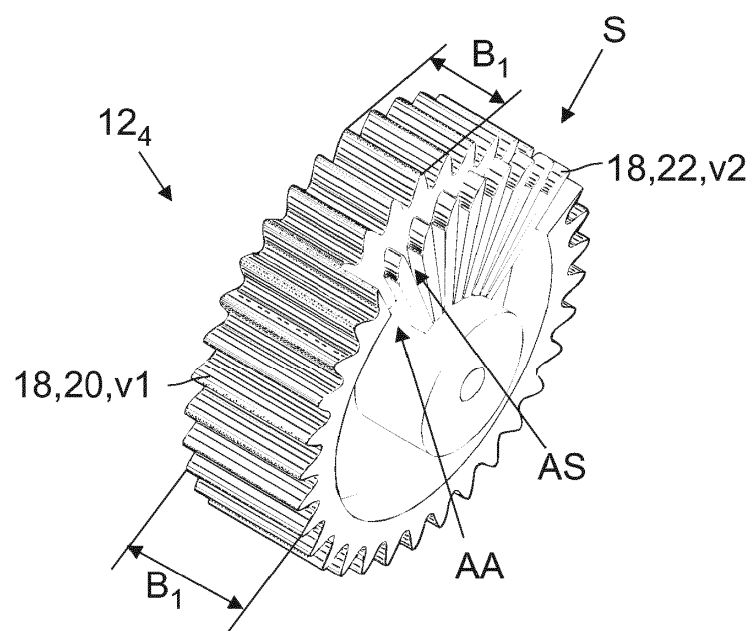


Fig.4C

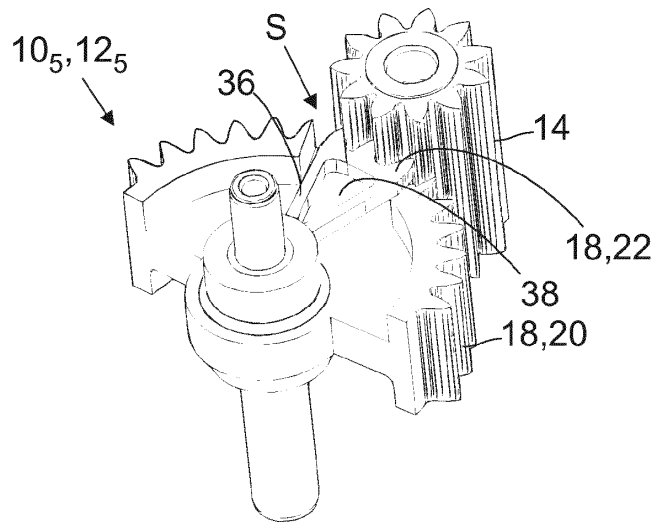


Fig. 5A

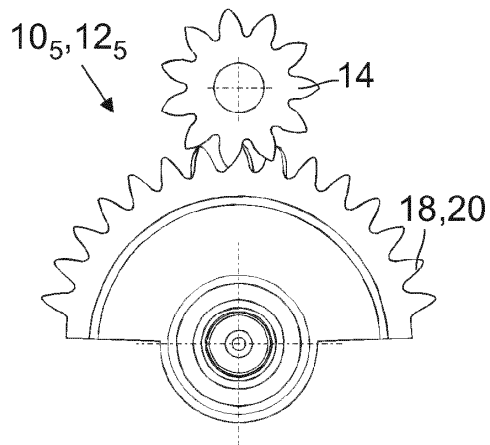


Fig. 5B

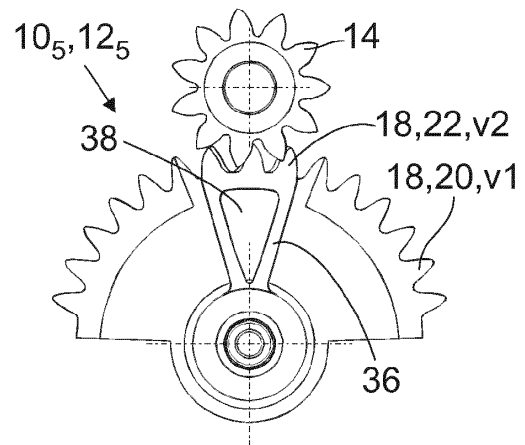


Fig. 5C

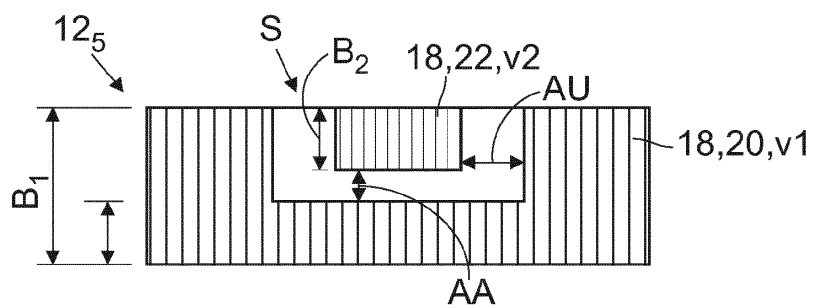


Fig. 5D

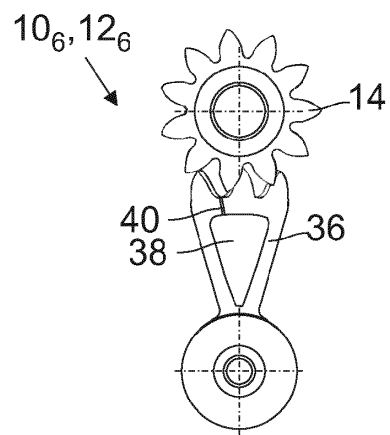


Fig. 6

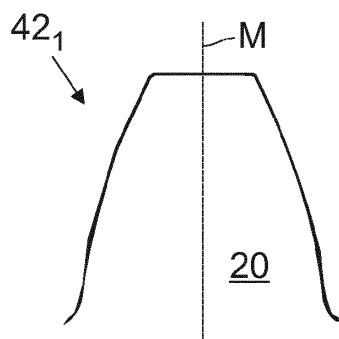


Fig. 7A

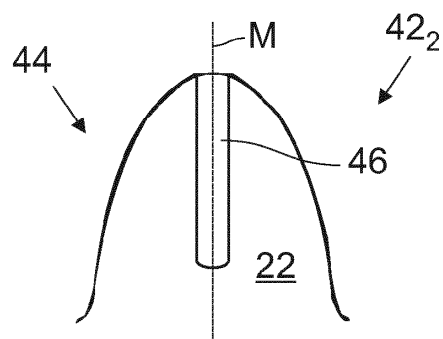


Fig. 7B

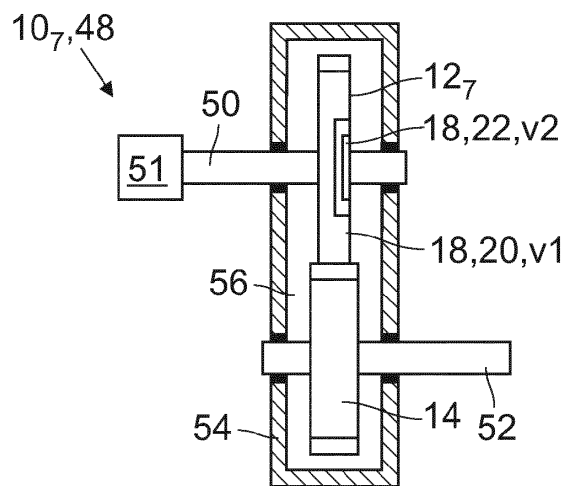


Fig. 8A

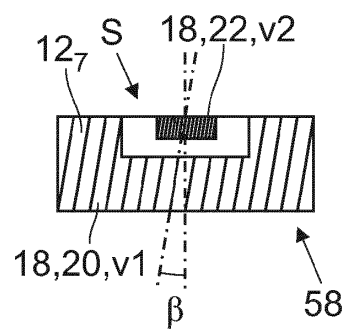


Fig. 8B