

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 831 100**

51 Int. Cl.:

B62D 3/12 (2006.01)

B21K 1/76 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.07.2017** **PCT/EP2017/066625**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.01.2018** **WO18007379**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2017** **E 17735128 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020** **EP 3481701**

54 Título: **Cremallera y un procedimiento para la fabricación de una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil**

30 Prioridad:

06.07.2016 DE 102016212303

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

07.06.2021

73 Titular/es:

THYSSENKRUPP PRESTA AG (50.0%)

Essanestrasse 10

9492 Eschen, LI y

THYSSENKRUPP AG (50.0%)

72 Inventor/es:

BADER, REINHARD;

MAGES, MARKUS;

ECKSTEIN, RALF;

DOHMANN, JÜRGEN y

FEUERSTEIN, RENÉ

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 831 100 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

Cremallera y un procedimiento para la fabricación de una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil

5 Estado de la técnica

La invención se refiere a un procedimiento para el moldeo de una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil con una sección de dentado, que presenta un dentado que se extiende a lo largo de un eje longitudinal, que tiene un ancho de dentado medido transversalmente respecto al eje longitudinal, y un dorso enfrentado al dentado, en forma de segmento cilíndrico al menos en su forma básica con un radio de dorso y un ancho de dorso, en el que una pieza en bruto cilíndrica con un radio sin mecanizar se conforma en la cavidad de una matriz dividida en un plano de separación paralelo al eje longitudinal entre una parte de matriz dentada con una entalladura de forma de diente para el moldeo del dentado y una parte de matriz de dorso con una entalladura de forma de dorso para el moldeo del dorso, que tiene una forma básica en forma de segmento cilíndrico con el radio de dorso, en donde para la conformación la pieza en bruto, en una posición abierta, se inserta entre las entalladuras de forma de diente y de dorso distanciadas la una de la otra con respecto al plano de división, y a continuación la parte de matriz dentada y la parte de matriz de dorso se mueven la una hacia la otra en una carrera de forja para cerrar la cavidad en la dirección de cierre hacia una posición cerrada, en donde el radio de dorso de la entalladura de forma de dorso es mayor que el radio sin mecanizar de la pieza en bruto.

Además, la invención se refiere a una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil con una sección de dentado, que presenta un dentado que se extiende a lo largo de un eje longitudinal, presentando el dentado un ancho de dentado y la sección de dentado presenta una rebaba conformada libremente con un ancho de rebaba.

En un sistema de dirección de vehículo se introduce una orden de dirección a través del volante como movimiento giratorio en el árbol de dirección, sobre el que está instalado un piñón, que está engranado con un dentado de una cremallera en un mecanismo de dirección. La cremallera está alojada de manera desplazable en el mecanismo de dirección en dirección axial, es decir, en la dirección de su eje longitudinal, de modo que un giro del piñón se transforma en un movimiento de traslación de la cremallera en su dirección longitudinal axial. A la cremallera están fijadas barras de acoplamiento, que están unidos con los muñones del eje de las ruedas que van a dirigirse, transformándose el movimiento de traslación de la cremallera en un ángulo de viraje.

La cremallera presenta al menos una sección de dentado, en la que el dentado está configurado para el engranaje del piñón en dirección longitudinal, es decir, en la dirección del eje longitudinal de la cremallera está configurada a través de una longitud axial predeterminada, que en lo sucesivo va a denominarse longitud de dentado. Medido transversalmente al eje longitudinal el dentado tiene un ancho de dentado. Para la transmisión segura de grandes fuerzas desde el piñón a la cremallera, en caso de una sección transversal de material dada de la cremallera se pretende conseguir un ancho de dentado lo mayor posible.

La forma de construcción de cremalleras especial fabricada de acuerdo con el procedimiento genérico, presenta un dorso de cremallera enfrentado diametralmente al dentado con respecto al eje longitudinal diametral, en lo sucesivo llamado brevemente dorso, que está configurado en forma de segmento cilíndrico con respecto a un eje de dorso paralelo al eje longitudinal, por ejemplo aproximadamente como semicilindro. En el caso de una sección transversal de dorso conformada como semicilindro esta forma de construcción se denomina también cremallera en forma de D. La forma en D se caracteriza por su ancho de radio, que corresponde al radio de la sección transversal de la forma básica cilíndrica, es decir, del círculo exterior que encierra la sección transversal de dorso. Como alternativa a la forma en D también es posible un dorso en forma de V, en el que las superficies de rama en V forman secantes del círculo exterior. Las superficies de rama en V convergen en el dorso. También en este caso el dorso comprende una sección en forma de segmento cilíndrico o puede estar encerrado mediante un círculo exterior en forma de segmento cilíndrico.

El dorso presenta al menos una superficie de cojinete, sobre la que está alojada la cremallera en la dirección del eje longitudinal de manera desplazable en el mecanismo de dirección. Las superficies de cojinete se sitúan preferentemente en la superficie de dorso en forma de D o las superficies de rama en V. A través del dorso o las superficies de cojinete, mediante un dispositivo de presión sobre la cremallera puede ejercerse una fuerza de presión transversalmente respecto al eje longitudinal, que presiona el dentado engranado contra el piñón. La fuerza de presión se transmite a través de una pieza de presión en dirección radial hacia el piñón. En un movimiento de la cremallera la pieza de presión se desliza en dirección longitudinal sobre el dorso. Para evitar a este respecto una carga alta local en la introducción de fuerza, se pretende conseguir un radio de dorso lo mayor posible.

Las cremalleras con sección transversal en forma de D se fabrican habitualmente de material para mecanizar en forma de barra en forma de cilindro macizo o hueco, a partir del cual se cortan a medida piezas para mecanizar en la longitud requerida, que en etapas de mecanizado adicionales se proveen del dentado. Un procedimiento de conformación habitual para el moldeo de la sección de dentado es la forja genérica en la matriz. La matriz para la fabricación genérica de cremalleras presenta un hueco de molde llamado también cavidad, que se delimita mediante entalladuras de moldeo en partes de matriz enfrentadas al eje longitudinal a ambos lados, que están enfrentadas en la posición de cierre en cada caso en un plano de separación situado en paralelo al eje longitudinal e incluyen una forma negativa

de la sección de dentado. De acuerdo con el término genérico una de las partes de matriz presenta una entalladura de moldeo en la forma del dentado, una denominada entalladura en forma de diente, y se denomina por ello en lo sucesivo como parte de matriz dentada, y una parte de matriz adicional, enfrentada diametralmente a la parte de matriz dentada con respecto al eje longitudinal presenta una entalladura de moldeo, una denominada entalladura de forma de dorso, en forma del dorso de cremallera enfrentado al dentado en la cremallera diametralmente al eje longitudinal del dentado, que en lo sucesivo va a denominarse parte de matriz de dorso. Para la forja la matriz se abre inicialmente, al alejarse la parte de matriz dentada y la parte de matriz de dorso en perpendicular al plano de separación, transversalmente respecto al eje longitudinal, la una de la otra. Después, la pieza en bruto se introduce entre la entalladura de forma de diente y la entalladura en forma de dorso y se aplica la fuerza de forja o de prensado a la matriz, de modo que las partes de matriz se mueven la una hacia la otra, hasta que la matriz está cerrada. A este respecto el material de la pieza en bruto, habitualmente acero u otros metales que pueden conformarse en caliente o en frío, se deforma plásticamente y fluyen en la matriz, hasta que las entalladuras de moldeo de la cavidad se han llenado por completo. De este modo, es posible fabricar racionalmente una sección de dentado con una geometría de diente y de dorso predeterminada en un paso de trabajo.

El radio o diámetro de la pieza en bruto, denominado radio sin mecanizar o diámetro sin mecanizar, se predetermina habitualmente en correspondencia con el diámetro de vástago de la cremallera fuera de la sección de dentado. Con respecto a los procedimientos de fabricación por arranque de virutas la forja en matriz tiene la ventaja de que en una pieza en bruto cilíndrica puede realizarse un ancho de dentado mayor en relación con su radio sin mecanizar, que es ventajoso para una mejor transmisión de fuerza desde el piñón a la cremallera. Esto se consigue en la forma al recalarse la pieza en bruto radialmente mediante la matriz de diente, de modo que fluye material en la entalladura de forma de diente hacia el ancho, es decir, transversalmente respecto al eje longitudinal en la dirección del ancho de dentado.

Los procedimientos para la forja en forma de D se describen por ejemplo en los documentos DE 10 2010 036 609 A1 y WO 2005/053875 A1. Después se describe la realización de anchos de dentado relativamente grandes. Para alcanzar el flujo de material necesario en la conformación, las matrices presentan partes de matriz o punzones laterales móviles adicionales y son de construcción compleja y costosa. Además el ancho de dentado y el radio de dorso están limitados por el ancho de la cavidad, que corresponde al diámetro de la pieza en bruto.

Por los documentos WO 2014/037579 A1 o EP 1 946 865 A1, que muestran el preámbulo de las reivindicaciones dependientes, se conocen cremalleras fabricadas según procedimientos con las características mencionadas al principio o según estas. A este respecto el ancho de dorso está limitado asimismo por la pieza en bruto en la que se basa la fabricación. En vista de la problemática que se ha explicado anteriormente un objetivo de la presente invención es mejorar el proceso de fabricación de cremalleras, en particular permitir la forja de un dentado con geometría de sección transversal optimizada con un gasto de fabricación menor. Asimismo va a facilitarse una cremallera mejorada.

El objetivo se consigue mediante un procedimiento para moldear una cremallera para un mecanismo de dirección en correspondencia con las características de la reivindicación 1 y mediante una cremallera para un mecanismo de dirección en correspondencia con las características de la reivindicación 10. En las reivindicaciones dependientes están representados perfeccionamientos ventajosos de la invención.

Para resolver la problemática anteriormente mencionada de acuerdo con la invención, para el procedimiento mencionado al principio se propone que el ancho de dorso o el ancho de dentado, medido transversalmente respecto al eje longitudinal (L) es más ancho que el doble del radio sin mecanizar de la pieza en bruto. A este respecto, el radio sin mecanizar de la pieza en bruto es constante a lo largo de toda la longitud de la pieza en bruto. Como pieza en bruto se utiliza un material macizo.

El radio de dorso de la entalladura de forma de dorso es idéntico al radio de dorso de la sección de dentado de la cremallera conformada en la matriz. En el caso de un dorso en forma de D el radio de dorso corresponde al radio del segmento cilíndrico, en un dorso en forma de V en la sección transversal el radio de dorso es el radio de un círculo exterior que encierra la sección transversal de dorso.

En el procedimiento de acuerdo con la invención se utiliza una matriz con una parte de matriz de dorso, cuya entalladura de forma de dorso tiene una forma básica en forma de segmento cilíndrico, cuyo círculo exterior es mayor que el diámetro de la pieza en bruto, es decir, el radio de dorso es mayor que el radio sin mecanizar. En la forja, la pieza en bruto se recalca en la dirección de la carrera de forja, que corresponde a la dirección de cierre de la matriz, mediante el segmento de diente en la matriz de dorso, de tal modo que el material en la matriz de dorso fluye transversalmente respecto al eje longitudinal y llena el ancho mayor de la entalladura de forma de dorso relativo al diámetro sin mecanizar. De manera correspondiente un dorso se moldea con un radio de dorso mayor, que no está limitado en particular por el diámetro o radio de la pieza en bruto.

Mediante el radio de dorso ampliado con respecto al radio sin mecanizar de la pieza en bruto en la soldadura y el aumento del ancho de dorso asociado a ello en el lado enfrentado al dorso radialmente, donde mediante la parte de matriz dentada se moldea el dentado, se pone a disposición un ancho mayor análogamente para el dentado. Por consiguiente, mediante el diseño de la entalladura de forma de diente se realiza un ancho de dentado, que en

correspondencia con el ancho del dentado medido transversalmente respecto al eje longitudinal es mayor que el radio sin mecanizar de la pieza en bruto, y tampoco está limitado por el diámetro o radio de la pieza en bruto.

El procedimiento de acuerdo con la invención permite de este modo el ahorro de material y la mecanización subsiguiente de una rebaba al lado del dentado, que se forma análogamente en el estado de la técnica durante el procedimiento de conformación. Además, la fabricación puede realizarse con el procedimiento de acuerdo con la invención con una matriz de dos partes, que es de construcción más sencilla que la matriz descrita en el estado de la técnica, que presentan, por ejemplo, adicionalmente punzones laterales que pueden moverse hacia la parte de matriz diente y parte de matriz de dorso. La complejidad de fabricación se reduce por ello.

El procedimiento de acuerdo con la invención puede utilizarse para la fabricación de cremalleras, en las que el dorso está configurado en forma de D, es decir, en forma de segmento de cilindro. Análogamente, la entalladura de forma de dorso está configurada en la matriz de dorso cilíndrica o en forma de segmento cilíndrico con el ancho de dorso.

La fabricación de cremalleras, en las que el dorso está configurado en forma de V en sección transversal, puede realizarse asimismo de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención. Para la realización de la disposición en forma de prisma de las superficies de rama en V situadas formando un ángulo entre sí la entalladura de forma de dorso se configura análogamente asimismo en forma de V. La sección transversal en forma de V, en la que las superficies de rama en V colindan entre sí en un canto que discurre en paralelo al eje longitudinal, se rodea por un círculo exterior con el radio de dorso mayor de acuerdo con la invención, de modo que las superficies de rama en V en la sección transversal representan secantes del círculo exterior. A este respecto, el radio de dorso corresponde a la entalladura de forma de dorso del radio del círculo exterior, que de acuerdo con la invención es mayor que el radio sin mecanizar de la pieza en bruto.

Tanto en caso de un dorso en forma de D, como en caso de un dorso en forma de V o con una forma diferente a esta, mediante el procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse un ancho de dorso mayor, que medido transversalmente respecto al eje longitudinal es más ancho que el diámetro, que corresponde al doble del radio sin mecanizar de la pieza en bruto. Por ello la superficie de cojinete de la cremallera puede diseñarse en correspondencia más ancha en el mecanismo de dirección que en el estado de la técnica. La presión superficial menor que puede realizarse por ello sobre las superficies de cojinete de la disposición de cojinetes deslizantes de cremallera en dirección longitudinal proporciona un mejor comportamiento deslizante y un desgaste menor. Las ventajas fundamentales de un dorso en forma de D o de V se mejoran adicionalmente mediante el dorso de la cremallera, más ancho de acuerdo con la invención, en donde la utilización de material sigue siendo igual y la complejidad de conformación es menor que en los procedimientos de conformación descritos en el estado de la técnica.

Una ventaja adicional del procedimiento de acuerdo con la invención es que la fuerza de forja necesaria para la conformación, con la que las partes de matriz se presionan la una contra la otra, para la generación de un ancho de dorso o de dentado lo mayor posible puede ser menor que en el estado de la técnica. La conformación de una pieza sin mecanizar con un radio sin mecanizar, que es menor que el radio de dorso pretendido requiere precisamente una fuerza de forja menor, que cuando el radio sin mecanizar de la pieza en bruto corresponde esencialmente ya al radio de dorso. Por ello la fabricación pueden realizarse en prensas más pequeñas y con una eficiencia energética mayor.

En la conformación según el procedimiento de acuerdo con la invención es ventajoso que la pieza en bruto presente al menos una sección de transición, que está sujeta en un equipo de retención. En la sección de transición, que se une en la dirección del eje longitudinal a la sección de dentado, la pieza en bruto no se conforma y mantiene su sección transversal redonda con el radio sin mecanizar, que menor que el radio de dorso. Preferentemente las secciones de transición en dirección longitudinal están dispuestas a ambos lados de la sección de dentado. El equipo de retención sujeta rodeando en cada caso la sección de transición y durante la conformación proporciona una sujeción segura de la pieza en bruto coaxialmente sobre el eje longitudinal de la cremallera. A través de una sección de transición cilíndrica de este tipo la sección de dentado puede estar unida con secciones funcionales de vástago, rosca, cojinete, de unión u otras de la cremallera, que dado el caso pueden generarse en las etapas de mecanizado conectadas aguas abajo.

Un perfeccionamiento del procedimiento prevé que el eje de dorso en la conformación en la zona de dentado se desplace relativamente hacia el eje longitudinal a una distancia predeterminada radialmente en la dirección hacia el dorso. El eje de dorso atraviesa por definición el centro del círculo exterior, forma por tanto el eje del dorso en forma de D parcialmente cilíndrico o del cilindro envolvente que envuelve un dorso en forma de V. El eje de dorso se configura en la conformación del dorso y discurre en la distancia, que también se denomina desfase, en paralelo al eje longitudinal de la cremallera, en donde el eje de dorso se ha desplazado relativamente hacia el eje longitudinal en dirección radial hacia el lado de la sección de dentado. Por ello se consigue un momento de resistencia a la flexión de la cremallera mayor. Mediante la distancia radial reducida con respecto al eje de dorso puede realizarse un dentado situado a más profundidad en la sección transversal, de lo que sería posible con las matrices conocidas en el estado de la técnica con punzones laterales. La distancia axial menor de un dentado más profundo permite en caso de un ancho de dentado relativamente grande un círculo exterior relativamente pequeño.

Como resultado puede ponerse a disposición una cremallera más ligera de acuerdo con la invención con una complejidad de fabricación menor con mayor capacidad de carga en cuanto a la introducción de fuerza mediante el

piñón y un momento de resistencia a la flexión superior, que permite mediante una geometría de dorso más ancha un mejor almacenamiento en el mecanismo de dirección.

5 Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención, la pieza en bruto puede mecanizarse para la configuración de una sección de vástago, que se une de manera integral en la dirección del eje longitudinal a la sección de dentado. De este modo, a partir de una pieza en bruto puede fabricarse una cremallera de una sola pieza, en la que a la sección de dentado se unen una o varias secciones funcionales, por ejemplo una sección de vástago con una sección de rosca o una sección de dentado adicional para el acoplamiento de una fuerza auxiliar a la cremallera.

10 Como alternativa es asimismo posible que se configure una sección de dentado en un segmento de diente, que se une al menos con un segmento funcional adicional. Para las así llamadas cremalleras ensambladas se fabrican por separado segmentos individuales como segmentos de diente, de vástago, de rosca y/o segmentos funcionales adicionales inicialmente por separado y a continuación mediante procedimientos de ensamble adecuados en la dirección longitudinal se ensamblan para formar una cremallera. De acuerdo con la invención se crea un segmento de diente al proveerse un segmento de pieza en bruto mediante una matriz de acuerdo con la invención con un dentado y un dorso. Análogamente pueden utilizarse las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de una cremallera ensamblada.

20 Preferentemente la conformación se realiza como conformación en caliente, en particular como forja en caliente o forja semicaliente. A este respecto la pieza en bruto se calienta antes de la introducción en la matriz, en acero a una temperatura de 750 °C a 1250 °C. Las ventajas son una conformabilidad más sencilla con fuerzas de conformación menores. Como alternativa puede realizarse también una conformación en caliente, pudiendo alcanzarse tolerancias dimensionales y una resistencia de material elevada.

25 Puede ser ventajoso que una pieza en bruto se mecanice continuamente con exactitud de dimensión antes de la conformación a lo largo de su longitud, por ejemplo mediante procedimientos por arranque de virutas o sin arranque de virutas. Por ejemplo puede determinarse una forma de sección transversal redonda mediante fresado, escarpado, rectificado, estirado, laminado o similares con una exactitud suficiente, de modo que en la conformación aparece una formación de rebaba reducida y análogamente ninguna o solo un mecanizado adicional mínimo, y las zonas no conformadas fuera del dentado después de la conformación tampoco necesitan mecanizarse adicionalmente dependiendo de su función posterior o solo en una medida reducida.

30 Adicionalmente el objetivo se consigue mediante una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil, que comprende una sección de dentado, que presenta un dentado que se extiende a lo largo de un eje longitudinal, presentando el dentado un ancho de dentado y presentando la sección de dentado presenta una rebaba conformada libremente con un ancho de rebaba, el ancho de rebaba es igual o inferior al 25 % del ancho de dentado.

35 Preferentemente el ancho de rebaba es igual o inferior al 18 %, de manera especialmente preferente igual o inferior al 10 %, del ancho de dentado. Se prefiere especialmente anchos de rebaba de menos del 5 % del ancho de dentado, que pueden representarse con el procedimiento de acuerdo con la invención de manera sencilla.

40 Preferentemente la cremallera, cuya sección de dentado se extiende a lo largo de un eje longitudinal y que con respecto al eje longitudinal enfrentada a la sección de dentado presenta un dorso en forma de segmento cilíndrico con un radio de dorso R, comprende además una sección de transición, cuyo radio r es menor que el radio de dorso R.

45 Preferentemente el ancho de rebaba puede estar configurado superior al 0,5 % del ancho de dentado.

Descripción de los dibujos

50 Formas de realización ventajosas de la invención se explican con más detalle a continuación con ayuda de los dibujos. En detalle, muestran:

- figura 1 un sistema de dirección para un automóvil
- figura 2 una cremallera fabricada de acuerdo con la invención,
- 55 figura 3 un producto semiacabado de segmento de vástago durante el temple continuo,
- figura 4 un producto semiacabado de segmento de vástago durante el rectificado continuo,
- figura 5 un producto semiacabado de segmento de vástago en el remolinado continuo para la fabricación de un producto semiacabado de rosca,
- figura 6 corte a medida de un segmento de rosca de un producto semiacabado de rosca de acuerdo con la figura
- 60 5,
- figura 7 un producto semiacabado de sección de dentado durante el rectificado continuo,
- figura 8 un producto semiacabado de sección de dentado durante el rectificado continuo,
- figura 9 corte a medida de una pieza en bruto de segmento de diente de un producto semiacabado de segmento de diente de acuerdo con la figura 7 o figura 8,
- 65 figura 10 una vista esquemática transversalmente al eje longitudinal de una matriz en el estado abierto, antes de la conformación,

- figura 11 la matriz como en la figura 10 en una etapa de procedimiento siguiente en estado parcialmente cerrado,
 figura 12 la matriz como en la figura 11 en una etapa de procedimiento siguiente en estado cerrado,
 figura 13 la matriz como en la figura 12 en una etapa de mecanizado siguiente en estado abierto de nuevo, tras la conformación,
 5 figura 14 el segmento de diente acabado de acuerdo con la figura 13 en una vista transversalmente respecto a la dirección longitudinal en la dirección del ancho del dentado (en la dirección del ancho de dentado),
 figura 15 el segmento de diente acabado de acuerdo con la figura 13 en una vista transversalmente respecto a la dirección longitudinal del dentado (en la dirección de la altura),
 figura 16 una sección transversal X1-X1 a través de la matriz de acuerdo con la figura 11,
 10 figura 17 una sección transversal X2-X2 a través de la matriz de acuerdo con la figura 12,
 figura 18 una sección transversal X3-X3 a través de la matriz de acuerdo con la figura 13,
 figura 19 una sección transversal Y3-Y3 a través de la matriz de acuerdo con la figura 13,
 figura 20 un segmento de diente en una segunda realización en una vista transversalmente respecto a la dirección longitudinal en la dirección del ancho del dentado, análogamente a la figura 19,
 15 figura 21 una sección transversal C-C a través de la matriz de acuerdo con la figura 20,
 figura 22 un segmento de diente en una tercera realización en una vista transversalmente respecto a la dirección longitudinal en la dirección del ancho del dentado, análogamente a la figura 19,
 figura 23 una sección transversal D-D a través de la matriz de acuerdo con la figura 22,
 20 figura 24 un segmento de diente en el temple continuo,
 figura 25 un segmento de rosca y un segmento de diente antes de la sujeción en un dispositivo de sujeción,
 figura 26 un segmento de rosca y un segmento de diente en un dispositivo de sujeción antes de la soldadura por fricción,
 figura 27 un segmento de rosca y un segmento de diente en un dispositivo de sujeción después de la soldadura por fricción,
 25 figura 28 perfil de dureza esquemático de la unión de soldadura por fricción de acuerdo con la invención,
 figura 29 un segmento de diente en una representación en perspectiva,
 figura 30 una cremallera ensamblada en una forma de realización alternativa,
 figura 31 una cremallera en una forma de realización alternativa adicional con dorso V,
 30 figura 32 una cremallera de acuerdo con la figura 31 en una representación seccionada en perspectiva,
 figura 33 una cremallera con perfil en V en una forma de realización alternativa,
 figura 34 sección transversal a través de una matriz con producto semiacabado insertado antes de la forja análogamente a la figura 16,
 figura 35 sección transversal a través de una matriz de acuerdo con la figura 34 tras la forja,
 35 figura 36 una cremallera fabricada de acuerdo con la invención en una forma de realización adicional en una representación en perspectiva,
 figura 37 cremallera de acuerdo con la figura 36 en una vista transversal a la dirección longitudinal en la dirección del dentado,
 figura 38 cremallera en una forma de realización alternativa similar a la figura 37.

40 Formas de realización de la invención

En las diversas figuras, las mismas partes están provistas siempre de las mismas referencias y, por tanto, solo se mencionan o comentan por regla general una sola vez en cada caso.

- 45 La figura 1 muestra una representación en perspectiva esquemática de una dirección de vehículo 1, pudiendo introducir en un árbol de dirección 101 el conductor a través de un volante 102 un par como par de dirección. El par de dirección se transmite a través del árbol de dirección 101 a un piñón de dirección 104, que se engrana con una cremallera 2, que entonces, a su vez, transmite mediante barras de dirección 108 correspondientes el ángulo de dirección previamente establecido a las ruedas 110 dirigibles del automóvil. Junto con la cremallera 2 el piñón de dirección 104
 50 forma un mecanismo de dirección 105. El mecanismo de dirección 105 presenta una carcasa no representada en este caso, en la que el piñón de dirección 104 está alojado de manera giratoria y la cremallera 2 está alojada en la dirección longitudinal A, también llamada dirección axial A, de manera que puede desplazarse longitudinalmente en ambas direcciones, lo que está indicado con la doble flecha.
 55 Una asistencia de fuerza auxiliar eléctrica y/o hidráulica puede estar acoplada en forma de una asistencia de fuerza auxiliar 112, como alternativa también de una asistencia de fuerza auxiliar 114 o 116, o con el árbol de dirección 1, el piñón de dirección 104 o la cremallera 2. La asistencia de fuerza auxiliar 112, 114 o 116 respectiva soporta un par motor auxiliar en el árbol de dirección 1, el piñón de dirección 104 y/o una fuerza auxiliar en la cremallera 2, mediante lo cual se asiste al conductor durante el trabajo de dirección. Las tres asistencias de fuerza auxiliar 112, 114 y 116
 60 distintas representadas en la figura 1 muestran posiciones alternativas para otra disposición. Habitualmente, solo una de las posiciones mostradas está ocupada con una asistencia de fuerza auxiliar. El par de giro auxiliar o la fuerza auxiliar, que debería aplicarse para asistir al conductor mediante la respectiva asistencia de fuerza auxiliar 112, 114 o 116, se determina teniendo en cuenta el par de giro de entrada determinado por un sensor de par de giro 118, que puede estar dispuesta en la asistencia de fuerza auxiliar 112 o 114.
 65

El árbol de dirección 1 presenta un árbol de entrada 103 unido con el volante 102 y un árbol de salida 106 unido con

el piñón de dirección 104.

El árbol de salida 106 está unido a través de una articulación 107, que está configurada como articulación universal o cardán, con un árbol 109, que forma un árbol intermedio del árbol de dirección 101 y que está unido a través de una articulación 107 adicional del mismo tipo de construcción con un árbol de entrada 119 del mecanismo de dirección 105.

La cremallera 2 del mecanismo de dirección 105 se muestra aislada en la figura 2. De ello se desprende que la cremallera 2 está configurada en forma de barra y con una forma básica extendida longitudinalmente en dirección axial A, cilíndrica, que presenta un eje longitudinal L. La dirección axial A, en la que la cremallera 2 está alojada en el mecanismo de dirección 105 de manera desplazable longitudinalmente, está situada en paralelo al eje longitudinal L.

La cremallera 2 presenta una sección de dentado 21, que está provista en un lado con un dentado 22, que se extiende en la dirección longitudinal A. El lado enfrentado diametralmente al dentado con respecto al eje longitudinal L está configurado como dorso de cremallera 23, en lo sucesivo llamado dorso 23 de manera abreviada.

Además la cremallera 2 presenta una sección de vástago 24, que en el ejemplo mostrado en la figura 2 presenta una rosca 25 y también se denomina sección de rosca 24. En el mecanismo de dirección 105 sobre la rosca 25 está atornillada una tuerca de husillo no representada, que puede accionarse mediante la asistencia de fuerza auxiliar 116 girando alrededor del eje longitudinal L, por lo que para la asistencia de dirección puede aplicarse una fuerza en dirección longitudinal A sobre la cremallera 2.

Para formar un accionamiento de bolas circulantes, en el que la tuerca del husillo está configurada como tuerca de bolas circulantes, la rosca 25 puede optimizarse en cuanto al perfil de rosca y a las propiedades de material como para la rodadura de las bolas, por ejemplo mediante temple del acero, en el que está fabricada la sección de vástago 24.

La sección de dentado 21 y la sección de vástago 24 presentan extremos libres 26 externos apartados unos de otros en dirección longitudinal, que forman los extremos de la cremallera 2, a los que pueden conectarse las barras de acoplamiento 108.

La cremallera 2 de acuerdo con la invención es una cremallera ensamblada, en la que la sección de dentado 21 está unida con dentado 22 y la sección de vástago 24 está unida con la rosca 25 en un punto de ensamble 27 en sus extremos dirigidos unos hacia otros en dirección axial con sus superficies frontales, denominadas en lo sucesivo superficies de ensamble 28, por ejemplo mediante procedimientos de soldadura como soldadura por fricción.

En el estado acabado representado en la figura 2 la cremallera 2 medida a lo largo del eje longitudinal L tiene una longitud Z, que se compone de la longitud S de sección de vástago y la longitud de sección de dentado V, en cada caso medidas desde el extremo libre 26 hasta el punto de ensamble 27. Preferentemente la sección de dentado 21 y la sección de vástago 24 puede estar hecha de un material macizo.

Debido a la configuración de la cremallera 2 a partir de segmentos individuales, resulta posible diseñar los diámetros de las piezas en bruto para la sección de vástago y la sección de dentado diferentes. Por ello pueden conseguirse ahorros de material también sin el uso de materiales para mecanizar huecos (tubos).

Ventajosamente la sección de vástago y la sección de dentado está formada por un material macizo, dado que el producto inicial es más asequible, la fabricación es más sencilla y el mecanizado posterior, incluido el temple supone menos riesgos.

Adicionalmente, debido a la configuración de la cremallera a partir de segmentos individuales, la sección de dentado y la sección de vástago pueden formarse a partir de distintos materiales. Preferentemente la sección de dentado por ejemplo se forma a partir de las clases de acero SAE1040 o 37CrS4 según la norma DIN EN 10083 y la sección de vástago del acero para temple y revenido C45 según la norma DIN EN 10083.

Para la fabricación de una cremallera 2 ensamblada deben facilitarse segmentos prefabricados inicialmente, que se ensamblan a continuación con sus superficies de ensamble 28 en el punto de ensamble 27. En lo sucesivo se explica cómo con el procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse la fabricación de una cremallera 2 ensamblada mediante un mecanizado de acuerdo con la invención de los segmentos de manera especialmente eficiente.

La fabricación de un segmento se realiza partiendo de una pieza de material para mecanizar de segmento 3, que también se denomina pieza de material para mecanizar 3 de forma abreviada, o en cuanto al fin de utilización posterior, por ejemplo como pieza de material para mecanizar de vástago o pieza de material para mecanizar de dentado. Una pieza de material para mecanizar 3 puede facilitarse como material de barra, por ejemplo con sección transversal redonda, por ejemplo de acero laminado o acero extruido. La longitud de pieza G de la pieza de material para mecanizar 3 puede presentar en principio un tamaño discrecional, en la práctica, en el caso de un diámetro en el orden

de magnitud de 20 a 40 mm se ofrecen longitudes de pieza G en el intervalo de 2 m a 10 m. Esto es un múltiplo de la longitud Z de una cremallera 2 o de la longitud S de una sección de vástago 24 o de la longitud V de una sección de dentado 21, que asciende entre aproximadamente 0,1 m y 0,5 m.

- 5 Cuando se imponen requisitos especiales en la dureza de material, para la fabricación de la sección de vástago o de dentado se emplea acero templado. De acuerdo con la invención el temple puede realizarse como se representa esquemáticamente en la figura 3: Una pieza de material para mecanizar 3 de acero templable, por ejemplo una pieza de material para mecanizar de vástago, se facilita y se orienta al eje longitudinal L. En paralelo al eje longitudinal L se mueve longitudinalmente en la dirección de paso D, como se indica en la figura 3 con la flecha. A este respecto se conduce a través de un equipo de calentamiento continuo 41, por ejemplo mediante la disposición de bobina de un dispositivo de calentamiento por inducción. En el equipo de calentamiento continuo 41 se realiza un calentamiento continuo, en el que el acero se calienta hasta por encima de su temperatura de austenización. En la dirección de paso D le sigue un equipo de refrigeración continuo 42, a través del cual la pieza de material para mecanizar 3 calentada se mueve asimismo en el paso continuo. A este respecto, por ejemplo mediante un fluido de refrigeración gaseoso y/o líquido se realiza una refrigeración continua controlada, por lo que el acero se temple, por consiguiente se realiza un temple continuo. Los parámetros de proceso como temperatura, así como velocidad y duración de calentamiento y enfriamiento se establecen en función de la clase de acero utilizada y de las propiedades de material ansiadas durante el temple. Tras la refrigeración continua en el equipo de refrigeración continuo 42 se presenta un producto semiacabado de segmento 31 templado, que puede alimentarse a etapas de mecanizado adicionales. Como se representa en el ejemplo de la figura 3, el producto semiacabado de segmento tras la operación de temple posee preferentemente una sección de núcleo cilíndrica 311, que no ha experimentado ningún temple con respecto al material inicial de la pieza de material para mecanizar 3.

- 25 Una ventaja del temple continuo es que se facilita un producto semiacabado de segmento de vástago 31 templado, que tiene esencialmente la longitud de pieza G de la pieza de material para mecanizar 3, que corresponde a un múltiplo de la longitud Z de la cremallera o de la longitud de sección de vástago S o la longitud V de sección de dentado. Por ello puede realizarse una fabricación más eficiente que en el estado de la técnica, en el que es habitual cortar a medida el material para mecanizar antes del temple a una longitud de segmento ls.

- 30 Del producto semiacabado de segmento de vástago 31 templado, que tiene la longitud de pieza G, pueden cortarse a medida segmentos 32 templados, que presentan una longitud de segmento ls, de manera sencilla mediante un equipo de separación 43. Esto se representa esquemáticamente en la figura 9. Al ascender la longitud de pieza G a un múltiplo de la longitud de segmento ls de un segmento 32 templado, puede crearse de manera eficiente un número correspondientemente elevado de segmentos 32. Los segmentos 32 templados pueden unirse con segmentos adicionales o como piezas en para mecanizar de segmento, que se mecanizan en etapas de mecanizado adicionales de acuerdo con su fin de uso, por ejemplo como segmentos de vástago, de unión u otros segmentos funcionales.

- 40 Para la fabricación de una cremallera 2 puede ser necesario facilitar un segmento con elevada precisión dimensional en el perfil. El rectificado de piezas en bruto de segmento habitual en el estado de la técnica, que ya se han acortado a la longitud de segmento ls, es complejo y costoso.

- 45 Para diseñar la fabricación de manera más eficiente, se propone el procedimiento de acuerdo con la invención, que está representada esquemáticamente en la figura 4. A este respecto se facilita una pieza de material para mecanizar de vástago 3, que tiene una longitud de pieza G, por ejemplo una pieza de material para mecanizar de vástago, y se orienta al eje longitudinal L. En paralelo al eje longitudinal L se mueve longitudinalmente en la dirección de paso D, como se indica en la figura 4 con la flecha. A este respecto se conduce a través de un equipo de rectificado continuo 44, mientras que rota alrededor del eje longitudinal L, como se indica con la flecha curvada. Por ello la pieza de material para mecanizar 3 se rectifica redonda por toda su longitud de pieza G mediante rectificado continuo con dimensiones exactas continuamente y abandona el equipo de rectificado continuo 44 en la dirección de paso D como producto semiacabado de segmento 33 rectificado con dimensiones exactas.

- 50 El producto semiacabado de segmento 33 rectificado con dimensiones exactas tiene la misma longitud de pieza G que la pieza de material para mecanizar 3 original, alimentada al rectificado continuo. De este producto semiacabado 33 de segmento mediante un equipo de separación 43, como se representa en la figura 9 para un producto semiacabado de segmento 31 templado, pueden cortarse a medida de manera sencilla segmentos 34 rectificados redondos con dimensiones exactas. Al ascender la longitud de pieza G del producto semiacabado de segmento 33 a un múltiplo de la longitud de segmento ls de un segmento 34 rectificado, puede crearse de manera eficiente un número correspondientemente elevado de segmentos 34. Los segmentos 34 pueden utilizarse como piezas en bruto de segmento, que se mecanizan en etapas de mecanizado adicionales de acuerdo con su fin de uso, por ejemplo como segmentos de vástago, de unión u otros segmentos funcionales.

- 60 Como alternativa a una pieza de material para mecanizar 3 de segmento es concebible y posible, mecanizar un producto semiacabado de segmento 31 templado de acuerdo con el temple continuo representado en la figura 4 en el rectificado continuo. Como resultado se crea un producto semiacabado de segmento 33 templado, rectificado con dimensiones exactas con la longitud de pieza G, del que pueden cortarse a medida varios segmentos 34 de manera eficiente.

En las figuras 5 y figuras 6 está representado esquemáticamente, cómo fabricar mediante el procedimiento de acuerdo con la invención un segmento de vástago configurado como segmento de rosca 35 de manera eficiente. Para ello se facilita una pieza de material para mecanizar 36 de vástago, que, como se ha descrito en las realizaciones anteriores

5 tiene una longitud de pieza G, que corresponde a un múltiplo de la longitud de sección de vástago S. Cuando una sección de vástago 24 está configurada como sección de rosca con una rosca 25 continua a lo largo de su longitud, la longitud de rosca en dirección axial A corresponde a la longitud de sección de vástago S.

En la figura 5 se representa un equipo de remolinado 45, en el que en la dirección de paso D se introduce una pieza de material para mecanizar de segmento 3 con la longitud de pieza G. Mediante un cabezal de remolinado de rotación rápida en el equipo de remolinado en la pieza de material para mecanizar de segmento 3 que se mueve en la dirección de paso D y a este respecto de rotación lenta se talla progresivamente una rosca 25, que se extiende en dirección axial A continuamente por toda la longitud de pieza G. Mediante este remolinado de rosca en el procedimiento continuo, también denominado remolinado continuo de manera abreviado, se crea un producto semiacabado 37 de rosca, que tiene la misma longitud de pieza G que la pieza de material para mecanizar de segmento 3.

10

15

Del producto semiacabado de rosca 37 pueden cortarse a medida mediante un equipo de separación 43 en cada caso segmentos 35 de rosca, que tienen en cada caso una longitud de segmento ls. Al ascender la longitud de pieza G del producto semiacabado de rosca 37 a un múltiplo de la longitud de segmento ls de los segmentos de rosca 35, puede crearse de manera eficiente un número correspondientemente elevado de segmentos de rosca 35. Los segmentos de rosca 35 pueden unirse con segmentos adicionales, por ejemplo utilizarse con un segmento de diente, o como piezas en bruto de segmento, que se mecanizan en etapas de mecanizado adicionales de acuerdo con su fin de uso.

20

La figura 7 muestra, cómo una pieza de material para mecanizar 3 de segmento, por ejemplo para la fabricación de una sección de dentado 21, mediante un equipo de rectificado continuo 44 en una operación de rectificado continua por toda su longitud de pieza G puede rectificarse redonda a medida. Como alternativa es posible mecanizar a medida la pieza de material para mecanizar de segmento 3 mediante un equipo de escarpado 46, como está representado en la figura 8, asimismo de manera continua por toda su longitud de pieza G, para crear un producto semiacabado de segmento 33 con dimensiones exactas. A diferencia de la representación de las piezas de material para mecanizar de vástago 3, las piezas de material para mecanizar de dentado 32 no se templean, para no dificultar la conformación siguiente. De manera correspondiente la pieza de material para mecanizar de dentado 32 directamente tras el mecanizado se separa mediante rectificado (figura 7) o escarpado (figura 8) a la longitud requerida ls, preferentemente mediante aserrado.

25

30

Las figuras 10 a 13 muestran esquemáticamente instantáneas de una matriz 5 en etapas consecutivas del procedimiento de acuerdo con la invención. La vista, es decir, la dirección de visión, es a este respecto transversal respecto al eje longitudinal L (que está dispuesto en paralelo a la dirección longitudinal A) en la dirección de ancho B, en perpendicular a la dirección vertical H. La dirección de ancho B está definida por la dirección, que está orientada ortogonal al plano de corte frontal SE del dentado 22. En el caso de un dentado recto la dirección de ancho B está definida por la dirección, en la que se extiende el dentado 22 transversalmente respecto al eje longitudinal L con su ancho de dentado b. La dirección vertical H está definida por la dirección radial, que discurre en perpendicular al eje longitudinal L y en perpendicular a la dirección de ancho B en perpendicular desde el dorso 23 a través del dentado 22 de una cremallera 2.

35

40

La matriz 5 comprende una parte de matriz dentada 51 con una entalladura de forma de diente 52, que está moldeada como negativo del dentado 22, y una parte de matriz de dorso 53 con una entalladura de forma de dorso 54. La matriz 5 está separada en un plano de separación T, que se extiende en paralelo al eje longitudinal L en la dirección de ancho B. La entalladura de forma de dorso 54 está configurada como negativo del dorso 23, y está representada esencialmente con forma semicilíndrica con un radio de dorso R, como puede distinguirse claramente en la representación en sección transversal de la figura 16. Asimismo es concebible y posible que el dorso presente un perfil de sección transversal gótico, con dos secciones curvadas convexas, que son ortogonales. en la dirección longitudinal A, es decir, en paralelo al eje longitudinal L, a ambos lados adyacentes a la parte de matriz dentada 51 están dispuestos equipos de retención 55 superiores (representados abajo) y adyacentes a la parte de matriz de dorso 53 equipos de retención 56 inferiores (representados arriba). En la dirección longitudinal en un lado apartado de las partes de matriz 52, 53 junto a los equipos de retención 55, 56 está dispuesto un tope final 57.

45

50

55

Para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se facilita una pieza de material para mecanizar de segmento 3 cilíndrica, en lo sucesivo también denominada abreviada pieza en bruto 3, con la longitud de segmento lz, se calienta a temperatura de forja -según el procedimiento 750 °C a 1250 °C, y se inserta entre la entalladura de forma de diente 52 y la entalladura de forma de dorso 53 distanciadas la una de la otra en posición abierta. Mediante la sujeción entre los equipos de retención 55 y 56 se realiza una fijación radial definida del eje longitudinal L de la pieza en bruto 3 con respecto a la matriz 5. Con el extremo libre 26 la pieza en bruto 3 en la dirección longitudinal A choca con el tope final 57, por lo que la pieza en bruto 3 se coloca axialmente, es decir, se coloca en la dirección del eje longitudinal L.

60

65

Desde el estado abierto de acuerdo con la figura 10 la parte de matriz de dorso 53, tal como se indica en la figura 10

con la flecha se mueve en contra de la dirección vertical H, hasta que la entalladura de forma de dorso 54 en el dorso - en los dibujos desde arriba - está en contacto con la pieza en bruto 3, como se representa en las figuras 11 y 16. De la representación seccionada de la figura 16 puede desprenderse que la pieza en bruto cilíndrica 3 un radio no mecanizado r, que, tal como se requiere de acuerdo con la invención es menor que el radio de la entalladura de forma de dorso 54, el radio de dorso R. Análogamente la entalladura de forma de dorso 54 están en contacto inicialmente solo linealmente en la zona de dorso en el perímetro exterior de la pieza en bruto 3. La parte de matriz de dorso 53 se encuentra ahora en posición de forjado.

En la siguiente etapa se lleva a cabo la carrera de forja, en donde la parte de matriz dentada 51 se mueve en dirección vertical H, en perpendicular al eje longitudinal L, en el lado de los dientes hacia la pieza en bruto 3 - en el dibujo hacia arriba - como se indica en la figura 11 y 12 con la flecha. A este respecto la conformación de la pieza en bruto 3 se realiza al deformarse plásticamente el material, preferentemente acero a la temperatura de forja, en donde el material fluye y la cavidad entre la parte de matriz de dorso 53 y la parte de matriz dentada 51 se llena. Por ello la entalladura de forma de dorso 54 en el lado de dorso se moldea en la pieza en bruto 3, de modo que el dorso 23 se configura con el radio de dorso R, y en el lado enfrentado con respecto al eje longitudinal L en el lado de diente el dentado 22 se moldea a través de la entalladura de forma de diente 51, de modo que se configura la sección de dentado 21. De este modo la pieza en bruto 3 se conforma en un segmento de diente 61, que presenta una sección de dentado 21 con el dentado 22, el dorso 23, así como secciones de transición 210 y 211 que se unen a la sección de dentado 21. El dentado 22 comprende un plano de pie de diente ZFE. Las secciones de transición 210 y 211 no se han deformado durante la forja y mantienen por consiguiente el mismo radio sin mecanizar r y el eje longitudinal L como la pieza en bruto 3. En el extremo libre de la sección de transición 210 se encuentra en el lado frontal la superficie de ensamble 28, donde un segmento de vástago, por ejemplo en forma de un segmento de rosca 35, puede añadirse.

En la sección transversal se muestra la posición final de la carrera de forja en la figura 17 en la sección transversal X2-X2 a través de la sección de dentado 21. En ella puede distinguirse que el recalcado en dirección vertical H, en perpendicular al eje longitudinal L, durante la forja es tan grande que en la sección de dentado 21 se prensa material entre la parte de matriz dentada 51 y la parte de matriz de dorso 53 en el plano de separación T formando rebabas 29 que sobresalen en el ancho B con un ancho de rebaba GB con respecto al eje longitudinal L lateralmente en la dirección de ancho B. Las rebabas 29 están distanciadas del plano de pie de diente ZFE en una distancia entre rebabas Z en dirección vertical H. La distancia entre rebabas Z es la distancia mínima, medida en dirección vertical H, entre el plano de pie de diente ZFE y la zona marginal de la rebaba respectiva 29. La zona marginal de la rebaba respectiva 29 se forma mediante la zona libre sin conformar. Para configurar el dentado 22 de manera especialmente adecuada en la conformación, la distancia entre rebabas Z presenta preferentemente un valor, que es menor del 20 % del radio de dorso R. De manera especialmente preferente la distancia entre rebabas Z presenta un valor, que es menor del 15 % del radio de dorso R. De manera muy especialmente preferente la distancia entre rebabas Z presenta un valor, que es menor del 5 % del radio de dorso R. Al estar configuradas las rebabas libres sin conformar cerca del plano de pie de diente ZFE, puede alcanzarse un comportamiento de flujo mejorado durante la conformación y una configuración de estructura mejorada del dentado 22.

El radio de dorso R define en la sección de dentado 21 un eje de dorso Q, alrededor del cual el dorso 23 se extiende coaxialmente con su forma semicilíndrica o parcialmente cilíndrica. Mediante el recalcado provocado en la conformación y el flujo asociado a ello en la dirección de ancho B, el dorso obtiene un ancho de dorso R que corresponde al doble de un radio de dorso ($2 \times R$), medido en la dirección de ancho B. El dentado 22 enfrentado al dorso 23 obtiene mediante la conformación un ancho de dentado b en la dirección de ancho B. Preferentemente se genera un ancho de dentado b utilizable, también llamado ancho de pie de diente, que corresponde esencialmente al ancho de dorso ($2 \times R$). Por ello se realiza un apoyo radial óptimo del dentado 22 mediante el dorso 23 y se realiza un momento de resistencia a la flexión.

Tanto el ancho de dorso ($2 \times R$) como el ancho de dentado b gracias al procedimiento de acuerdo con la invención son mayores, que el diámetro sin mecanizar ($2 \times r$) de la pieza en bruto 3, que corresponde al doble del radio sin mecanizar. Por ello se mejora la aplicación de fuerza del piñón de dirección 104 en el dentado 22. Además puede realizarse un alojamiento optimizado del dorso 23 ensanchado con respecto a la pieza en bruto 3 en el mecanismo de dirección 105.

Tras la carrera de forja la parte de matriz de dorso 53 y la parte de matriz dentada 51 en un movimiento de carrera de retorno opuesto a la carrera de forja se separan de nuevo, como se representa en la figura 13 y está indicado con las flechas. Por esto la matriz 5 está abierta de nuevo, como se muestra en la figura 10. En esta posición el segmento de diente 61 acabado puede extraerse de la matriz 5, y puede insertarse una pieza en bruto 3, tal como se representa en la figura 10.

El segmento de diente 61 acabado se muestra en la figura 14 en una vista lateral transversalmente respecto al eje longitudinal L en la dirección de ancho B, es decir, en paralelo al dentado 22 en la dirección del ancho de dentado b, y en figura 15 en una vista superior del dentado 21 transversalmente respecto al eje longitudinal L, es decir, en contra de la dirección vertical H.

De las secciones transversales mostradas en las figuras 16 a 19, en particular de la figura 19, se desprende que el eje

longitudinal L, que forma el eje de la pieza en bruto 3 y tras la conformación de manera correspondiente forma el eje de la sección de transición 210, coincide con el eje de dorso Q, que está rodeado con el radio de dorso R coaxialmente por el dorso 23. Esta disposición coaxial puede distinguirse claramente en la figura 19 por que el radio sin mecanizar r y el radio de dorso R se refieren al mismo eje L o Q.

Una segunda forma de realización de un segmento de diente 611 de acuerdo con la invención está representada en la figura 20 en una vista lateral de manera correspondiente a la figura 14, y en el corte C-C a través de la sección de transición 210 de manera análoga a la figura 19. A diferencia del segmento de diente 61 en este sentido el eje de dorso Q está desplazado en paralelo con respecto al eje longitudinal L radialmente en la dirección hacia el dentado 21, y concretamente en una distancia c1, que se llama desfase. El desfase c1 en el ejemplo mostrado corresponde a la diferencia de los radios R-r, es por tanto mayor de cero, y puede denominarse desfase positivo. Si se observa en la sección transversal el dorso 23 en la dirección radial termina en el punto más bajo con el perímetro de la sección de transición 210. De manera correspondiente el 22 en la dirección en la diferencia (R-r) está situado más cercano del perímetro exterior de la sección de transición 210, o, en otras palabras, está moldeado con menos profundidad en la sección transversal del segmento de diente 61, que en la primera realización de acuerdo con la figura 14.

Una tercera forma de realización de un segmento de diente 612 de acuerdo con la invención está representada en la figura 22 en una vista lateral de manera correspondiente a la figura 14, y en la figura 23 en el corte D-D a través de la sección de dentado 21 de manera análoga a la figura 18. De nuevo, como en la realización descrita del segmento de diente 611, el eje de dorso Q está desplazado con respecto al eje longitudinal L, y concretamente en la distancia o desfase c2. El desfase c2 en esta realización es mayor que la diferencia de radios (R-r), de modo que la sección de transición 210 en la sección transversal sobresale a través del dorso 23, como puede distinguirse en la representación seccionada de la figura 23. El desfase c2 en el ejemplo mostrado está seleccionado de modo que el dentado 22 en dirección vertical H con el perímetro de la sección de transición 210 termina a ras. El dentado 22 está situado con respecto al eje longitudinal L más alto que en la segunda realización del segmento de diente 611.

Gracias al procedimiento de acuerdo con la invención en caso necesario puede realizarse fácilmente un desfase c1 o c2 mediante un diseño correspondiente de la matriz 5. Concretamente esto puede conseguirse al ajustarse el desplazamiento radial entre los equipos de retención 55 y 56, que fija la posición del eje longitudinal L, y la parte de matriz dentada 51 y la parte de matriz de dorso 53, que mediante la conformación del dorso 23 determinan la posición del eje de dorso Q, se ajusta de acuerdo con la diferencia de radios (R-r). De este modo con una matriz 5 construida de manera relativamente sencilla la profundidad del dentado 22 puede realizarse en correspondencia con las exigencias respectivas en el mecanismo de dirección 105.

Una ventaja adicional del procedimiento de acuerdo con la invención consiste también en que en particular puede representarse una cremallera también con menos empelo de material, por que la diferencia de radios no provoca desechos. Por ello puede reducirse el empleo de material, incluso si la pieza en bruto está formada de un material macizo.

Preferentemente en este procedimiento se representa una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil, que presenta una sección de dentado 21, que se extiende a lo largo del eje longitudinal L y que con respecto al eje longitudinal L enfrentada a la sección de dentado 21 presenta un dorso 23 en forma de segmento cilíndrico con un radio de dorso R, estando configurada adicionalmente una sección de transición 201, 211 cilíndrica en la sección de dentado 21, cuyo radio r es menor que el radio de dorso R. Se prefiere a una diferencia de radio en el intervalo de 3 % a 7 % con respecto al radio de dorso R. De manera especialmente preferente una diferencia de radio se sitúa en el intervalo de 4,5 % a 6,5 %. Con ello pueden representarse productos conformados adecuados con ahorros de material ventajosos al mismo tiempo.

El procedimiento de acuerdo con la invención conlleva también una ventaja esencial adicional: Para la utilización de una cremallera, que presenta una sección de dentado representada en el ejemplo, en un mecanismo de dirección han de observarse una pluralidad de parámetros. Por ejemplo el diámetro inscrito en la cremallera debe ser lo más pequeño posible, para ahorrar espacio constructivo. En particular el ancho de rebaba GB, que se configura a ambos lados del ancho de dentado debe mantenerse limitado. A este respecto es deseable limitar el mecanizado posterior mecánico. En particular mediante el procedimiento propuesto puede representarse ambas rebabas 29 con un ancho de rebaba GB respectivo con menos del 25 % del ancho de dentado b, sin que deba realizarse un mecanizado posterior mecánico. Se prefiere un ancho de rebaba respectivo de menos del 18 % del ancho de dentado. Mediante la optimización de los parámetros en la herramienta pueden alcanzarse anchos de rebaba GB respectivos de menos de 10 %, o de manera especialmente preferente, de como máximo 5 % del ancho de dentado b. Con ello no es necesario eliminar las rebabas 29, que se forman en la conformación a ambos lados del dentado, por lo que puede reducirse el mecanizado posterior mecánico de la sección de dentado 21.

Tras la forja un segmento de diente 61 (o 611 o 612) puede templarse en el procedimiento continuo, como se muestra en la figura 24. A este respecto el segmento de diente 61 se mueve en paralelo al eje longitudinal L a través de un equipo de calentamiento continuo 41 y un equipo de refrigeración continuo 42 conectado aguas abajo en la dirección de paso D. Mediante una selección correspondiente de los parámetros térmicos y de tiempo el acero puede templarse, tal como ya se ha descrito en principio más arriba con respecto a la figura 3 para un producto semiacabado de

segmento de vástago 31. Por ello puede ajustarse la dureza optimizada durante el funcionamiento en cuanto a las cargas que se esperan.

La figura 32 muestra un segmento de diente 63, que tiene un dorso 231 en forma de V, abreviado dorso V 231. La forma en V se produce mediante dos superficies de rama en V 232, que visto desde el dentado 22 convergen acodadas hacia el dorso 231.

El dorso V 231 está circundado en la sección transversal por un círculo exterior con el radio de dorso R1, como puede desprenderse de la representación seccionada de la figura 35. Las superficies de rama en V 232 comprenden secantes del círculo exterior, que está dibujado con línea discontinua en la figura 35.

Al dentado 22 se une una sección de transición 210, como en la forma de realización en forma de D descrita anteriormente con respecto a la figura 10 a la figura 24. La sección de transición 210 tiene un radio r1, que corresponde al radio sin mecanizar r1 de la pieza en bruto 3 de acuerdo con la figura 34.

La forja puede realizarse de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención en una matriz 50, tal como está representada en el corte en la figura 34 de manera análoga a la figura 16 y en la figura 35 de manera análoga a la figura 18 o figura 23. La parte de matriz dentada 51 de la matriz 50 está construida igual que en las realizaciones de la matriz 5 en forma de D descritas anteriormente. Por el contrario, la parte de matriz de dorso 531 tiene una entalladura de forma de dorso 541 en forma de V en sección transversal.

De la figura 34 puede desprenderse cómo se inserta una pieza en bruto 3 con radio sin mecanizar r1 entre la parte de matriz de dorso 531 y la parte de matriz dentada 51. El círculo exterior de la entalladura de forma de dorso 541 está dibujada con línea discontinua con el radio de dorso R1. Puede distinguirse que en el estado sin mecanizar sin conformar la pieza en bruto 3 con el radio sin mecanizar r1 más pequeño en comparación con el radio de dorso R1 no llena la matriz 5 en la dirección de ancho B, y la pieza en bruto 3 no está dispuesta coaxialmente en el círculo exterior.

La figura 35 muestra el segmento de diente 63 fabricado forjado a partir de la pieza en bruto 3. En este ejemplo de realización el dorso 231 con su círculo exterior y la sección de transición 210 están situados coaxiales al eje longitudinal L, es decir, los radios r1 y R1 se refieren al eje longitudinal L, como para un dorso 23 en forma de D en el ejemplo de realización de acuerdo con las figuras 10 a 19. No obstante es concebible y posible especificar un desfase conforme a las exigencias del mecanismo de dirección para un dorso V 231, como en las realizaciones de acuerdo con las figuras 20, 21 o figuras 22, 23.

Las figuras 31 y 32 muestran realizaciones de cremalleras 2 con diferentes relaciones de diámetro de sección de dentado 21 y sección de vástago 24, presentando la sección de vástago 24 de acuerdo con la figura 31 un diámetro mayor.

Una ventaja del procedimiento de forja de acuerdo con la invención para la fabricación de un segmento de diente 61, 611, 612 o 63 es que para la conformación de una pieza en bruto 3 con radio sin mecanizar r (o r1) menor en comparación con el radio de dorso R (o R1) son necesarias fuerzas de forjado menores, que cuando el radio sin mecanizar corresponde al radio de dorso, como en el estado de la técnica.

De manera análoga, como ya se ha expuesto anteriormente para el dorso en forma de D, se producen las mismas ventajas, con respecto al ancho de rebaba y las relaciones del ancho de dorso R1 en relación con el radio sin mecanizar r1.

Preferentemente en este procedimiento se representa una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil, que presenta una sección de dentado 21, que se extiende a lo largo del eje longitudinal L y que con respecto al eje longitudinal L enfrenteado a la sección de dentado 21 presenta un dorso 23 en forma de segmento cilíndrico con un radio de dorso R1, estando configurada adicionalmente una sección de transición 201, 211 cilíndrica en la sección de dentado 21, cuyo radio r1 es menor que el radio de dorso R1. Es preferente una diferencia de radio en el intervalo de 3 % a 7 % con respecto al radio de dorso R1. Especialmente preferente es una diferencia de radio en el intervalo de 4,5 % a 6,5 %.

También en esta forma de realización con el dorso V el ancho de rebaba GB respectivo puede representarse inferior al 25 % del ancho de dentado b, sin que deba realizarse un mecanizado posterior mecánico. También en este caso es preferente de manera correspondiente, alcanzar un ancho de rebaba respectivo inferior al 20 % del ancho de dentado o más preferente inferior al 15 % o de manera especialmente preferente de como máximo 10 % del ancho de dentado b.

En las figuras 25 a 27 está representado un procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de una cremallera 2, en la que segmento de vástago, en este caso un segmento de rosca 35, se ensambla con un segmento de diente 61 mediante soldadura por fricción.

El segmento de rosca 35 puede producirse por ejemplo, como se ha descrito previamente con relación a la figura 5 y

figura 6. El segmento de rosca 35 en la dirección del eje longitudinal L tiene una longitud de segmento l_s y presenta en un lado frontal una superficie de ensamble 28.

El segmento de diente 61 puede facilitarse por ejemplo mediante un procedimiento, como se ha descrito previamente mediante las figuras 10 a 23 o figuras 36 a 40. El segmento de diente 61 tiene una longitud de segmento l_z y presenta en el lado frontal asimismo una superficie de ensamble 28.

El segmento de rosca 35 se sujeta en un equipo de sujeción 70 y se orienta coaxialmente en el eje longitudinal L, tal como se representa en la figura 26. El equipo de sujeción 70 presenta elementos de sujeción 701, 702 y 703 y un contrasoprote 74. Los elementos de sujeción 701, 702 y 703 están apoyados desde fuera entre los pasos de rosca de la rosca 25 de tal modo que queda garantizada una orientación definida en el eje longitudinal L. A este respecto la rosca 25 forma una superficie de referencia. Con su extremo libre 26 el segmento de rosca 35 se apoya en dirección axial contra una el contrasoprote 704, por lo que se alcanza un posicionamiento axial exacto en la dirección del eje longitudinal L.

El segmento de diente 61 se sujeta en un equipo de sujeción 71 y se orienta coaxialmente en el eje longitudinal L. El equipo de sujeción 71 presenta elementos de sujeción 711, 712 y 713. Los elementos de sujeción 711 y 712 se apoyan sobre el dentado 22, el elemento de sujeción 713 en el dorso 23. Por ello las superficies funciones del dentado 22 o del dorso 23 forman superficies de referencia, que se orientan exactamente en el eje longitudinal L.

Con su superficie de ensamble 28 el segmento de diente 61 está en contacto contra la superficie de ensamble 28 del segmento de rosca 35. Con su extremo libre 26 el segmento de diente 61 se apoya en dirección axial contra una pieza de presión 714, que está unida rígidamente a través de elementos de unión 715 con los elementos de sujeción 711, 712 y 713 del equipo de sujeción 71 y de manera resistente a la torsión con respecto al eje longitudinal L.

El equipo de sujeción 71 puede accionarse de manera giratoria mediante un equipo de accionamiento no representado alrededor del eje longitudinal L, como se indica con la flecha curvada. Mediante un equipo de presión tampoco representado puede ejercerse una fuerza de apriete F en la dirección del eje longitudinal L sobre el equipo de sujeción 71, tal como se dibuja con el vector de fuerza, y con la que la superficie de ensamble 28 de un segmento de diente 61 sujeto puede presionarse en la dirección del eje longitudinal L axialmente contra la superficie de ensamble 28 del segmento de rosca 35 sujeto en el dispositivo de sujeción 70. Las superficies de ensamble 28 por ello están en contacto de fricción unas con otras.

Tras la sujeción el equipo de sujeción 71 se coloca con respecto al equipo de sujeción 70, de modo que el segmento de rosca 35 y el segmento de diente 61 están en contacto el uno contra el otro con sus superficies de ensamble 28, el segmento de rosca 35 está en contacto axialmente con el axial con el contrasoprote 704, y el segmento de diente 61 está en contacto con la pieza de presión 714. Por consiguiente la distancia total, la denominada distancia inicial L_1 entre la pieza de presión 714 y el contrasoprote 704 es igual a la suma de las longitudes de segmento l_s y l_z , se cumple por tanto: $L_1 = l_s + l_z$ (longitud l_s del segmento de rosca 35 + longitud l_z del segmento de diente 61).

Para la soldadura por fricción de acuerdo con la invención el equipo de sujeción 71 comienza a rotar, de modo que las superficies de ensamble 28 rotan relativamente unas hacia otras con fricción de unas contra otras. El calor de fricción que se produce a este respecto depende de la velocidad de rotación y de la fuerza de apriete F.

Inicialmente, para la fricción la fuerza de apriete F se ejerce a la altura de una fuerza de fricción F_1 , que puede ascender por ejemplo entre 10 kN bis 30 kN. Por ello se realiza una homogeneización de las superficies de las superficies de ensamble 28. La fricción puede realizarse en una duración de menos de 3 segundos.

A continuación para la fricción por introducción de calor la fuerza de presión F se aumenta a una fuerza de introducción F_2 , que puede ascender aproximadamente a de 5 a 12 veces, preferentemente de 6 a 11-veces la fuerza de fricción F_1 . La fricción por introducción de calor se realiza el tiempo suficiente hasta que en las superficies de ensamble 28 se haya alcanzado la temperatura de proceso deseada para la soldadura de acero. A este respecto puede predeterminarse una duración fija, o se realiza una regulación de tipo a través de la temperatura medida. Se respetan a este respecto preferentemente las duraciones de menos de 15 segundos.

Al alcanzar la temperatura de proceso la fuerza de apriete F se aumenta de 10 a 20 veces, preferentemente 17 veces la fuerza de fricción F_1 . Mediante el material que se funde entre las superficies de ensamble 28 en el punto de ensamble 27 se realiza un recalcado, en el que el segmento de diente 61 y el segmento de rosca 35 se mueven unos contra otros mediante la deformación en el punto de ensamble 27, de modo que la longitud inicial L_1 se acorta. De acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención de trayecto controlado se permite solo un acortamiento definido, hasta que se alcanza una longitud objetivo L_2 predeterminada. El acortamiento es el denominado trayecto de ensamble de X, que corresponde a la diferencia entre la longitud inicial L_1 y a la longitud objetivo L_2 : $X = L_1 - L_2$.

El estado final, en el que se ha alcanzado la longitud total L_2 , está representada en la figura 27. La longitud objetivo L_2 corresponde a la longitud de cremallera Z de una cremallera 2, como se muestra por ejemplo en la figura 2 o en la figura 41, en donde la sección de vástago 24 tiene una longitud de vástago S acortada con respecto a la longitud de

segmento ls mediante la soldadura, y la sección de dentado 21 tiene una longitud de sección de dentado V, que es más corta que la longitud de segmento lz.

Durante la soldadura en el punto de ensamble 27 se ha estrujado radialmente material y forma un cordón de soldadura 271 circundante.

En la figura 28 está representado esquemáticamente un perfil de dureza, que puede crearse mediante la soldadura por fricción de acuerdo con la invención en el punto de ensamble 27. Mediante la soldadura por fricción se realiza un aporte de calor relevante para la transformación de estructura del acero en la dirección del eje longitudinal L hasta una zona de afectada por el calor 91 y 92 de una sección de vástago 24 o de una sección de dentado 21. De acuerdo con la invención los parámetros de soldadura como velocidad de rotación y fuerza de apriete F se predeterminan preferentemente de modo que las zonas de influencia de calor 91 y 92 se calienta al máximo a 250 °C. Las zonas afectadas por el calor 91 y 92 en el caso del procedimiento de acuerdo con la invención tienen preferentemente un ancho máximo de 0,25 x ds, indicando ds el diámetro de un segmento 21 o 24.

El calentamiento es más intenso en la zona periférica situada radialmente en el exterior a una cercanía inmediata con el punto de ensamble 27. En esta zona marginal 93 circundante coaxialmente se permite una dureza con respecto al material base de como máximo 200 HV1. Para la zona del núcleo 94, que se encuentra centralmente dentro de la zona marginal 93, se permite una dureza de como máximo 250HV1. Al ser la dureza en la zona marginal 93 menor que en la zona de núcleo 94, se evita la formación de muescas metalúrgicas y se alcanza una mayor capacidad de carga.

Ventajosamente mediante el control de procedimiento se representa una cremallera para una dirección de vehículo, que está formada por dos segmentos unidos entre sí mediante soldadura por fricción, por ejemplo un segmento de diente 61 o segmento de diente 63 con un segmento de vástago 62, en donde en una distancia mayor de 0,3 multiplicada por el diámetro de segmento ds del segmento con el diámetro menor, medido desde el centro del cordón de soldadura, la microdureza máxima en el eje longitudinal L inferior al 200 HV1 es mayor que la microdureza en el eje longitudinal en una distancia de 1,5 veces el diámetro de segmento ds del segmento con el diámetro menor. Preferentemente el aumento de la dureza asciende a menos de 120 HV1.

Es especialmente preferente a este respecto cuando en una distancia mayor de 0,3 multiplicada por el diámetro de segmento ds del segmento con el diámetro menor, medido desde el centro del cordón de soldadura, la microdureza máxima en la superficie inferior al 250 HV1 es mayor que la microdureza en la superficie en una distancia de 1,5 veces el diámetro de segmento ds del segmento respectivo. Preferentemente el aumento de la dureza asciende a menos de 180 HV1.

La figura 29 muestra un segmento de diente 61 en una vista en perspectiva. Este presenta elementos de posicionamiento 220, que están dispuestos con una exactitud de posición y dimensional con respecto a las superficies funcionales del dentado 22, del dorso 23, de la superficie de ensamble 28 o similares. Los elementos de posicionamiento 220 pueden conformarse al mismo tiempo mediante el forjado del segmento de diente 61 de manera sencilla. Además, los elementos de posicionamiento 220 pueden estar configurados mediante procedimientos de mecanizado adecuados como rectificado, electroerosión o similar como superficies de referencia precisas y pueden optimizarse en cuanto a la forma y disposición como superficies de sujeción para la sujeción en un dispositivo de sujeción, por ejemplo de elementos de sujeción que actúan o se acoplan en arrastre de forma como los elementos de sujeción 701, 702, 703, 711, 712 o 713 de acuerdo con la figura 26 y 27.

La figura 30 muestra una realización de una cremallera 20 ensamblada, que presenta una sección de dentado 21 y una segunda sección de dentado 213 unida con esta como sección de vástago. La sección de dentado 21 y la sección de dentado 213 están unidas mediante soldadura por fricción en el punto de ensamble 27. Tanto la sección de dentado 21 como la sección de dentado 213 presentan un dentado, que se han practicado mediante mecanizado mecánico, por ejemplo mediante fresado. También es concebible y posible unir una sección de dentado con dentado fresado con una sección de dentado forjada mediante soldadura por fricción.

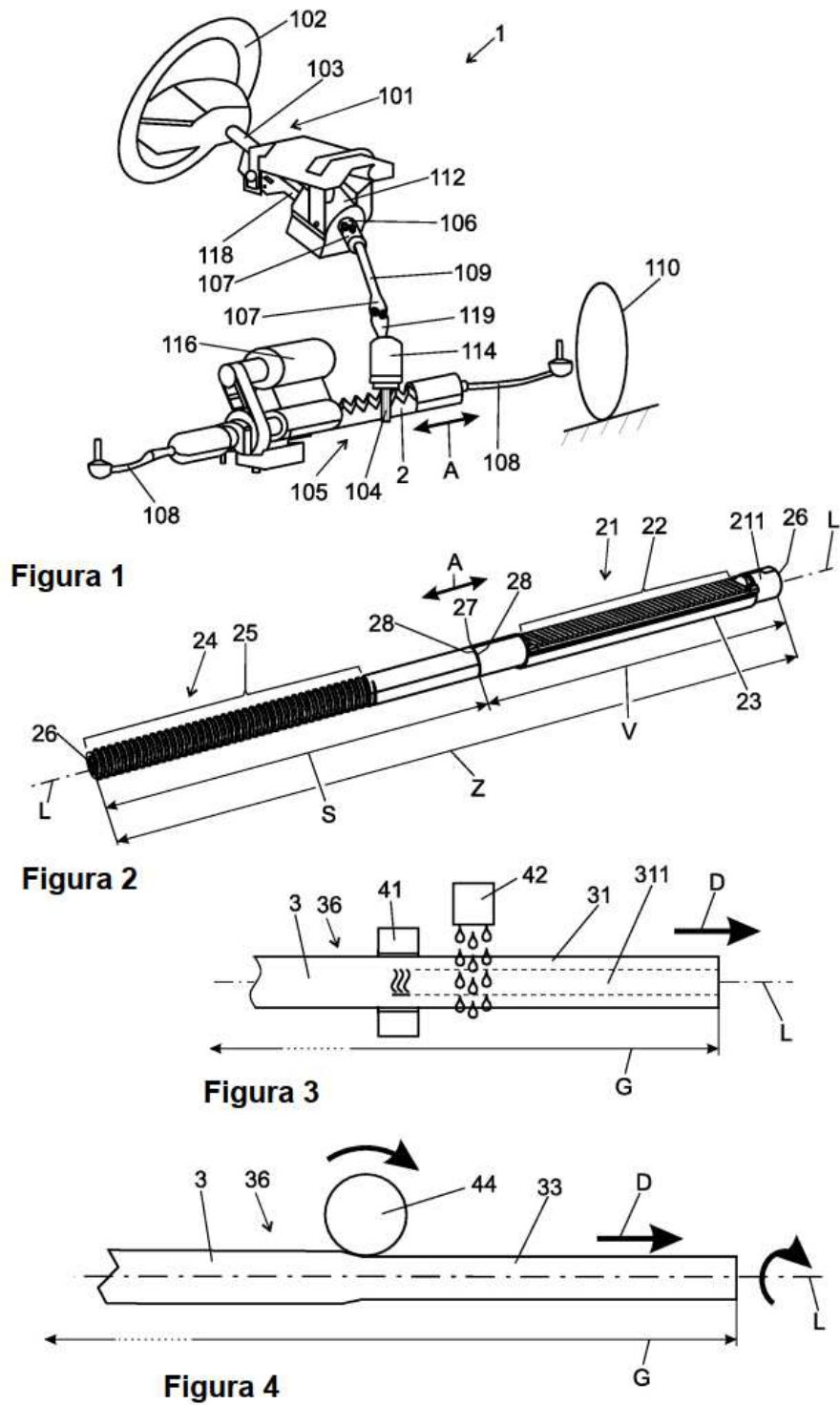
Las figuras 36 y 37 muestran una cremallera fabricada de acuerdo con la invención en una forma de realización adicional. La cremallera 2 presenta una sección de dentado 21, que está provista en un lado con un dentado 22, que se extiende en la dirección longitudinal A. Además la cremallera 2 presenta una sección de vástago 24, que en el ejemplo mostrado en la figura 41 presenta una rosca 25 y también se denomina sección de rosca 24. La sección de dentado 21 presenta una zona de transición 210, que comprende una sección de diámetro 217 reducida en el extremo libre de la sección de transición 210. La sección de diámetro 214 reducida presenta un diámetro D5 menor que la sección de transición 210 con el diámetro D2. La sección de vástago 22 presenta una zona de transición 215, que comprende una sección de diámetro 216 reducida en el extremo libre de la sección de transición 215. La sección de diámetro 216 reducida presenta un diámetro D4 menor que la sección de transición 216 con el diámetro D1. La sección de dentado 21 y la sección de vástago 22 en un punto de ensamble 27 en sus extremos dirigidos unos hacia otros en dirección axial de las secciones de diámetro 216, 217 reducidas están unidas con sus superficies de ensamble 28 entre sí mediante soldadura por fricción. Durante la soldadura en el punto de ensamble 27 se ha estrujado radialmente material y forma un cordón de soldadura 271 circundante con el diámetro de círculo exterior D3. Este diámetro de círculo exterior D3 del cordón de soldadura 271 es menor que el diámetro D1 de la sección de diámetro 216 reducida

y menor que el diámetro D2 de la sección de diámetro 214 reducida. El diámetro de círculo exterior D3 es mayor que el diámetro D4 de la sección de diámetro 216 reducida y es mayor que el diámetro D5 de la sección de diámetro reducida. Al ser el diámetro de círculo exterior D3 menor que los diámetros D1, D2 no es necesario un mecanizado posterior mecánico del cordón de soldadura 217, dado que el cordón de soldadura 271 no sobresale radialmente hacia fuera más que las zonas de transición 210, 215.

En la figura 38 se representa una forma de realización alternativa de una cremallera 2 similar a las figuras 41 y 42 en una vista detallada. El diámetro de círculo exterior D3 está configurado mayor que el diámetro D5 de la sección de diámetro 217 reducida y el diámetro D2 de la sección de transición 210. De acuerdo con la invención el diámetro de círculo exterior D3 es menor que el diámetro D1 de la zona de transición 215 de la sección de vástago 24. La zona de transición 215 de la sección de vástago 24 presenta la rosca 25, que en esta forma de realización se extiende por toda la longitud de la sección de vástago 24. La zona de transición representa por tanto la sección adyacente de la sección de vástago hacia el punto de ensamble 27. Al ser el diámetro de círculo exterior D3 del cordón de soldadura 271 menor que el diámetro D1 de la zona de transición 215, puede conseguirse que el cordón de soldadura 271 no sobresalga radialmente hacia el exterior de forma molesta y por consiguiente no es necesario un mecanizado por arranque de virutas adicional del cordón de soldadura 271, dado que el cordón de soldadura 271 de acuerdo con la invención no sobresale radialmente hacia el exterior más que la zona de transición 215.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para moldear una cremallera (2) para un mecanismo de dirección de un automóvil con una sección de dentado (21), que tiene un dentado (22) que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (L), que tiene un ancho de dentado (b) medido transversalmente respecto al eje longitudinal (L), y un dorso (23) enfrentado al dentado (22), en forma de segmento cilíndrico al menos en su forma básica con un radio de dorso (R) y un ancho de dorso, en donde una pieza en bruto cilíndrica (3) con un radio sin mecanizar (r) se conforma en la cavidad de una matriz (5), dividida en un plano de separación (T) paralelo al eje longitudinal (L), entre una parte de matriz dentada (51) con una entalladura en forma de diente (52) para el moldeo del dentado (22) y una parte de matriz de dorso (53, 531) con una entalladura de forma de dorso (54) para el moldeo del dorso (23), que tiene una forma básica en forma de segmento cilíndrico con el radio de dorso (R), en donde para la conformación, la pieza en bruto (3) en una posición abierta de la matriz se inserta entre las entalladuras en forma de dorso y en forma de diente (52, 54) distanciadas la una de la otra con respecto al plano de separación (T), y a continuación la parte de matriz dentada (51) y la parte de matriz de dorso (53, 531) se mueven hacia una posición cerrada en una carrera de forja para cerrar la cavidad en la dirección de cierre, en donde el radio de dorso (R) de la entalladura en forma de dorso (54) es mayor que el radio sin mecanizar (r) de la pieza en bruto (3) **caracterizado por que** el ancho de dorso ($2 \times R$) y el ancho de dentado (b) medidos transversalmente respecto al eje longitudinal (L) son más anchos que el doble del radio sin mecanizar (r) de la pieza en bruto (3).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dorso (23) está configurado en forma de D en la sección transversal.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dorso (23) está configurado en forma de V en la sección transversal.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el ancho de dentado (b) de la parte de matriz dentada (51), medido transversalmente respecto al eje longitudinal (L) es mayor que el radio sin mecanizar (r).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pieza en bruto (3) presenta al menos una sección de transición (210, 211), que está sujeta adyacente a la parte de matriz dentada y parte de matriz de dorso (51, 52) en un equipo de retención (55, 56).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el eje de dorso (Q) en la conformación en la zona de dentado se desplaza con respecto al eje longitudinal (L) una distancia (c1, c2) radialmente en la dirección hacia el dorso.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pieza en bruto (3) se facilita como sección de barra o tubo.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pieza en bruto (3) se mecaniza para la configuración de una sección de vástago (22) que se une de manera integral en la dirección del eje longitudinal (L) a la sección de dentado (21).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una sección de dentado (21) se configura en un segmento de diente (61), que se une al menos con un segmento funcional adicional.
10. Cremallera (2) para un mecanismo de dirección de un automóvil, con una sección de dentado (21), que presenta un dentado (22) que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (L), en donde el dentado (22) presenta un ancho de dentado (b) y la sección de dentado (21) presenta una rebaba conformada libremente con un ancho de rebaba (GB), **caracterizada por que** el ancho de rebaba (GB) es igual o inferior al 25 % del ancho de dentado (b).
11. Cremallera según la reivindicación 10, **caracterizada por que** el ancho de rebaba (GB) es igual o inferior al 18 % del ancho de dentado (b).
12. Cremallera según la reivindicación 10, **caracterizada por que** el ancho de rebaba (GB) es igual o inferior al 10 % del ancho de dentado (b).
13. Cremallera según la reivindicación 10, **caracterizada por que** el ancho de rebaba (GB) es superior al 0,5 % del ancho de dentado (b).



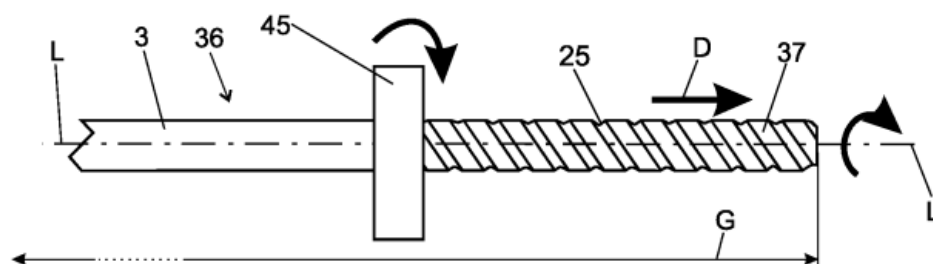


Figura 5

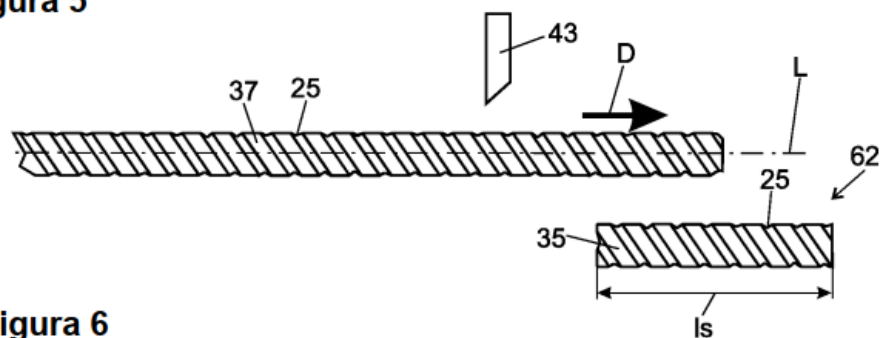


Figura 6

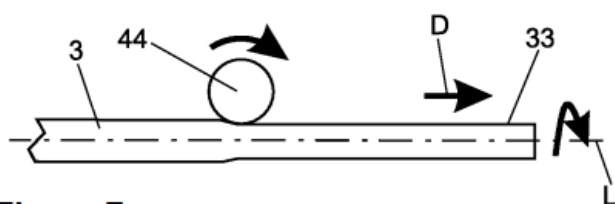


Figura 7

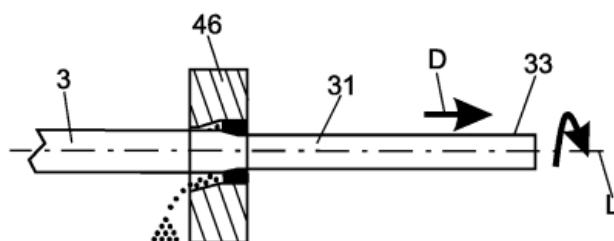


Figura 8

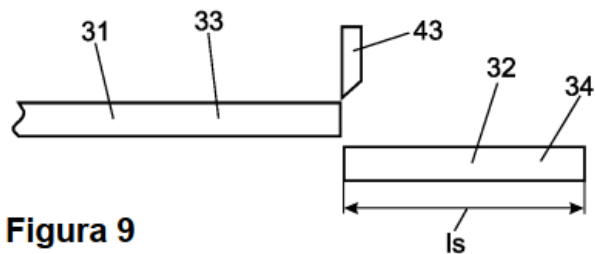


Figura 9

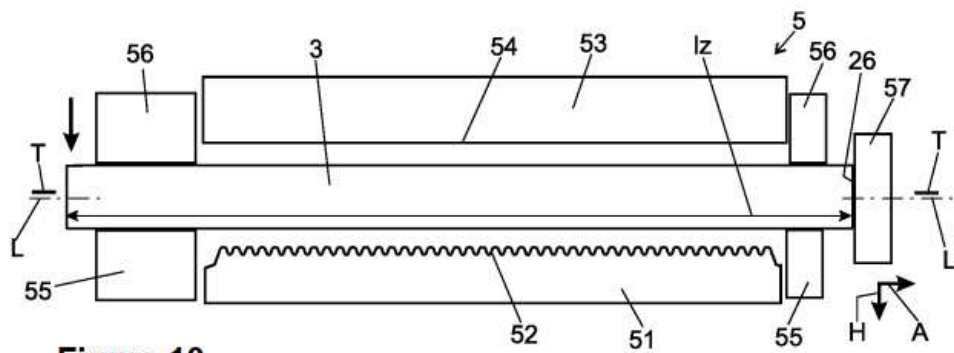


Figura 10

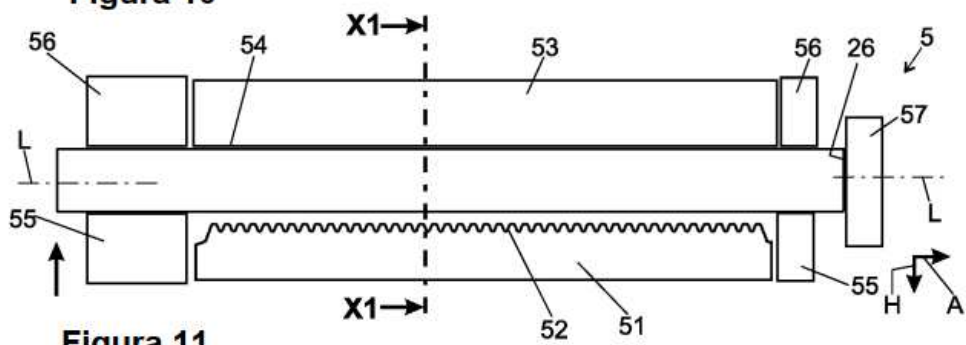


Figura 11

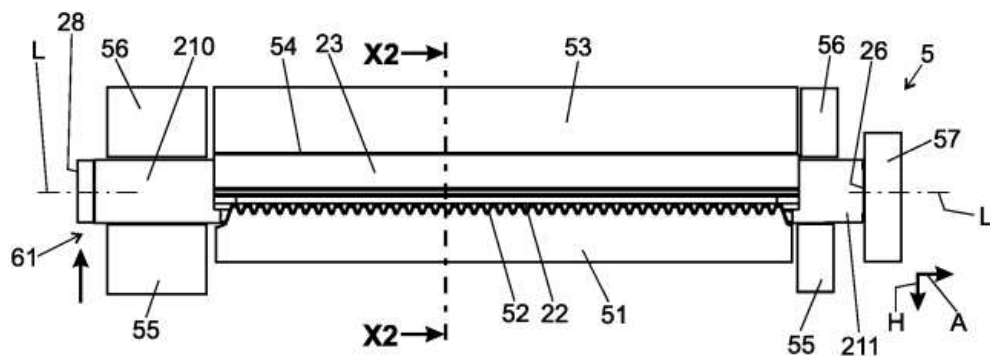


Figura 12

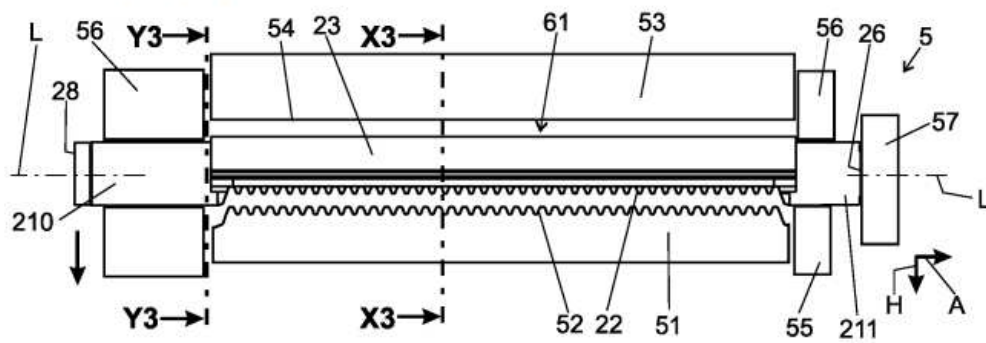


Figura 13

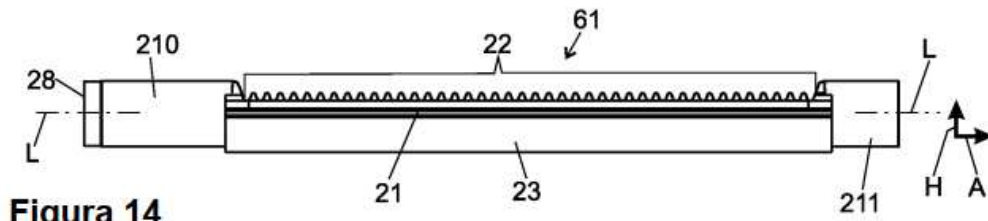


Figura 14

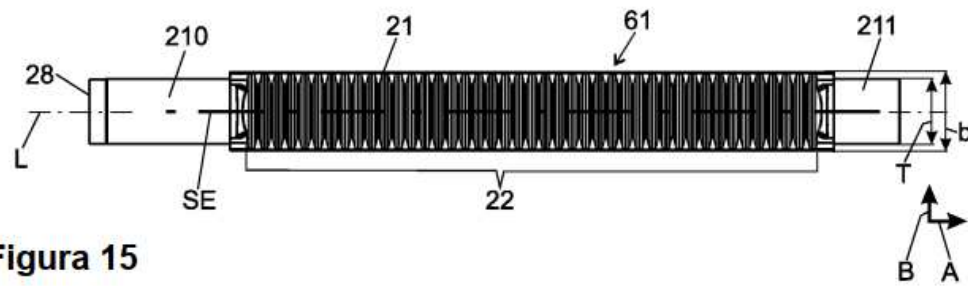


Figura 15

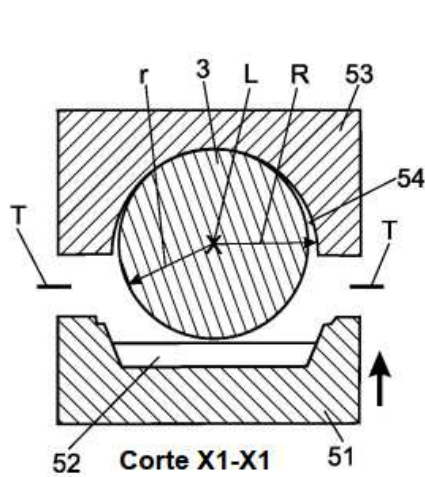


Figura 16

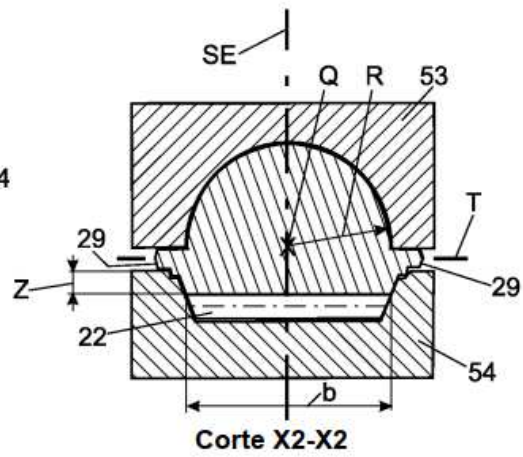


Figura 17

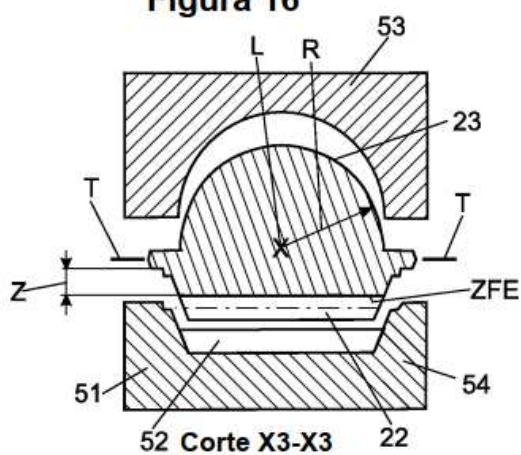


Figura 18

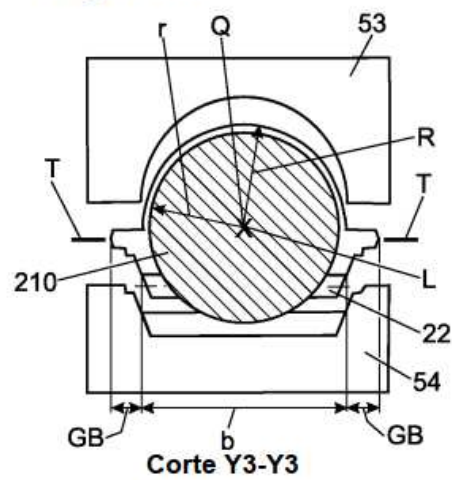


Figura 19

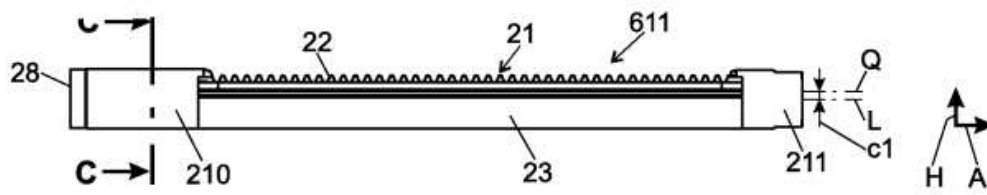


Figura 20

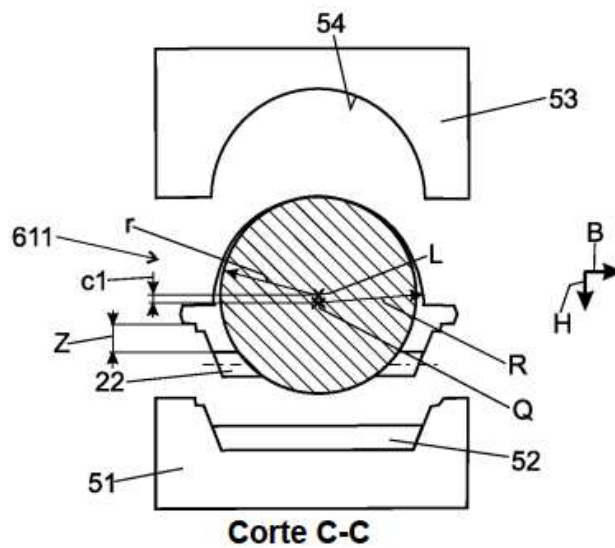


Figura 21

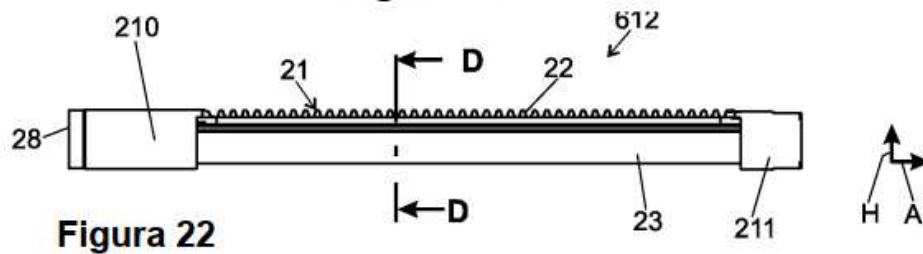


Figura 22

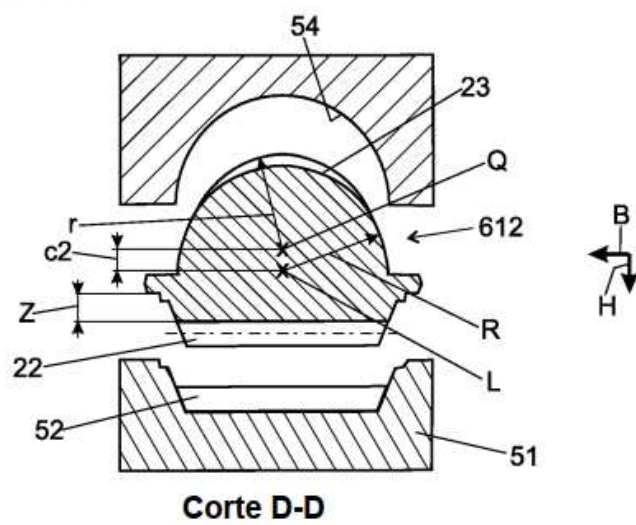


Figura 23

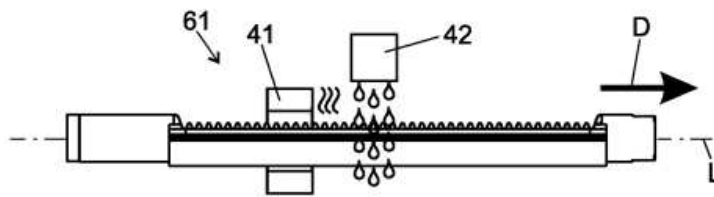


Figura 24

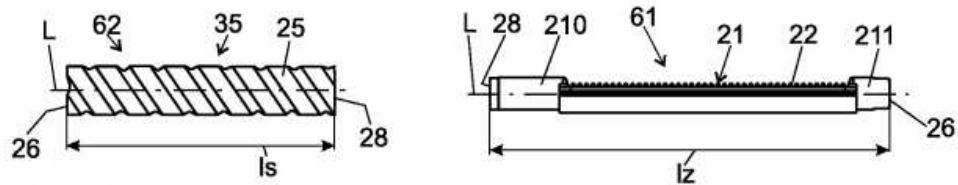


Figura 25

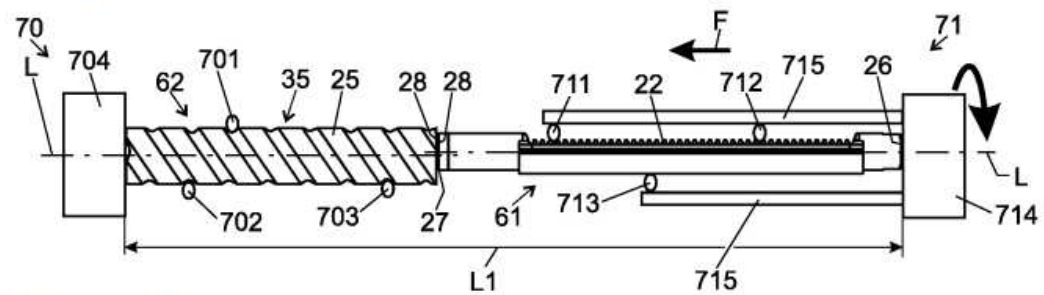


Figura 26

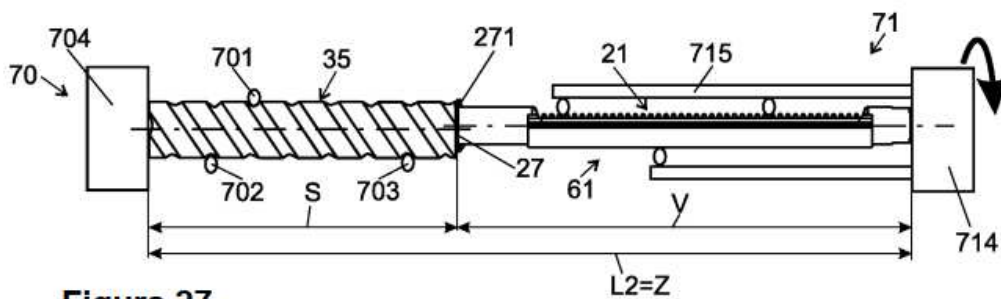


Figura 27

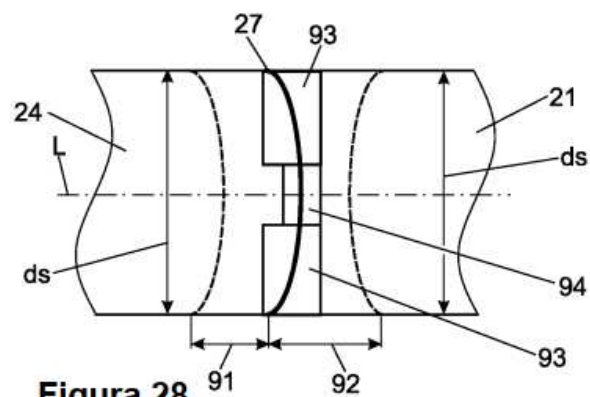


Figura 28

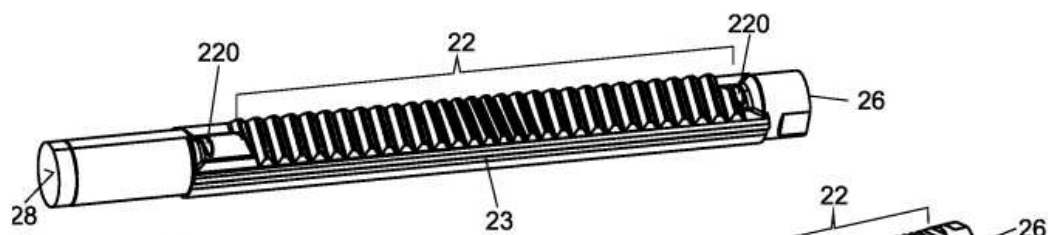


Figura 29

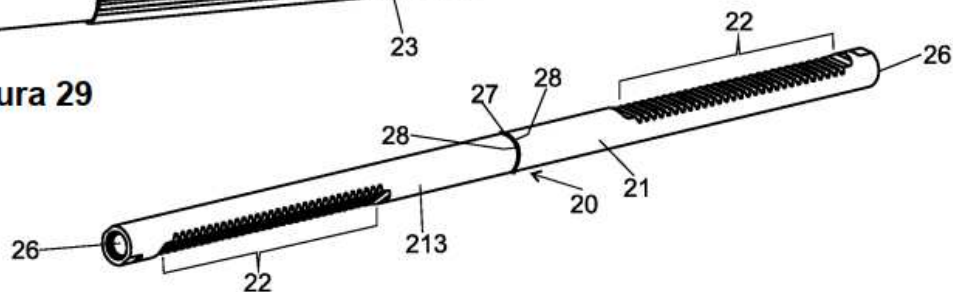


Figura 30

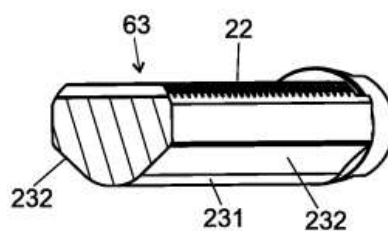
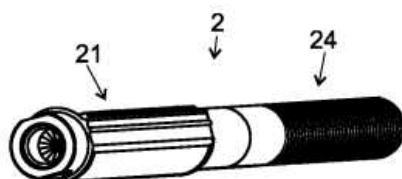
**Figura 31****Figura 32**

Figura 33

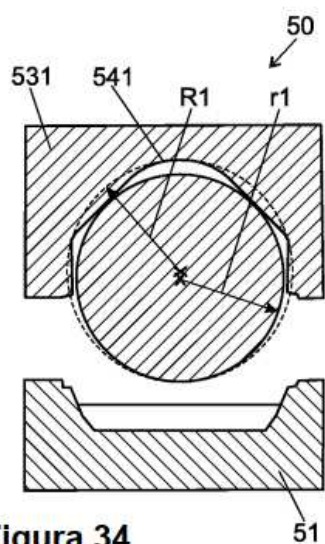
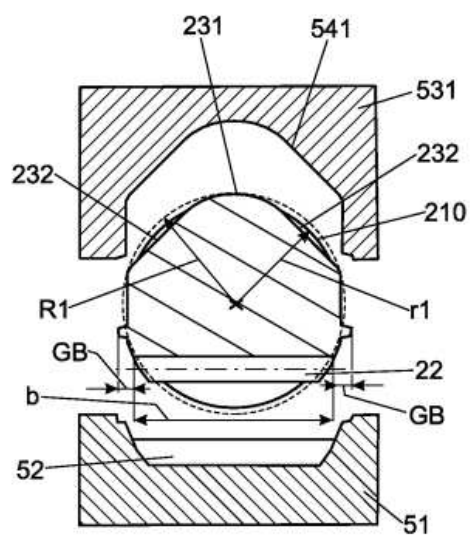


Figura 34

**Figura 35**

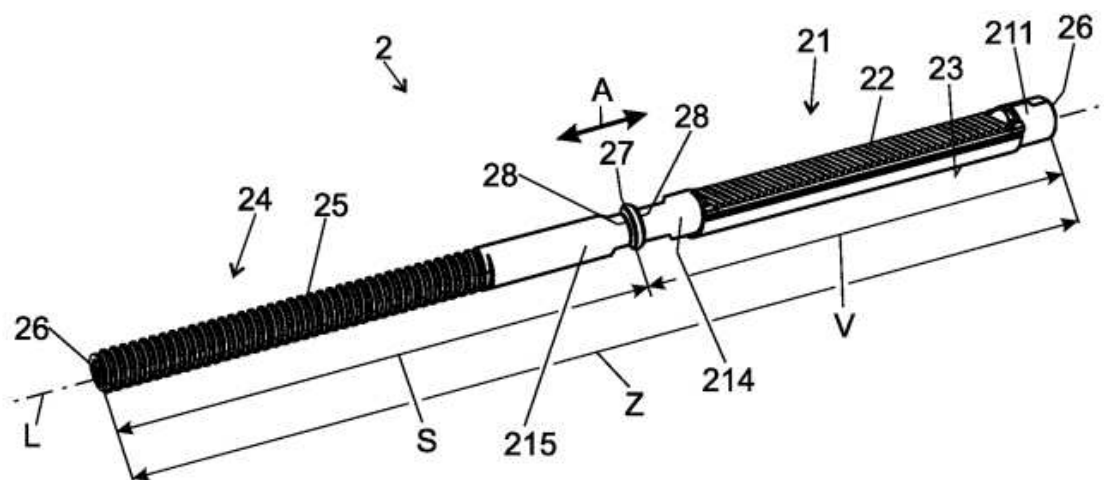


Figura 36

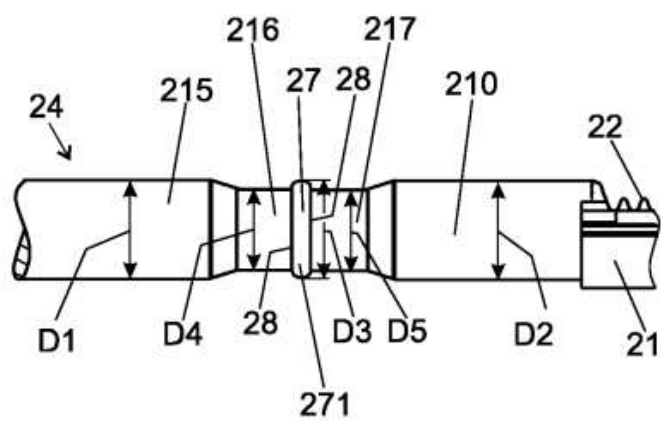


Figura 37

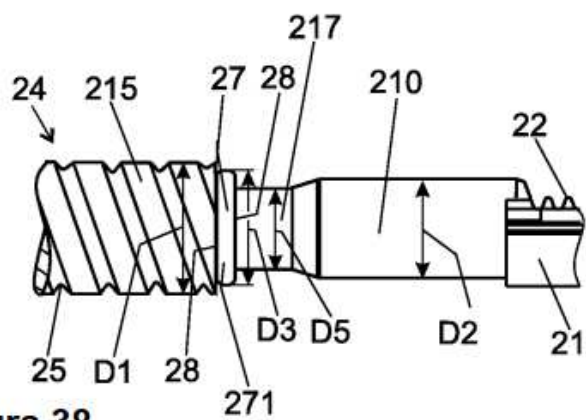


Figura 38