

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 254**

51 Int. Cl.:

**B21K 1/76** (2006.01)

**B62D 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.07.2017 PCT/EP2017/066622**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.01.2018 WO18007377**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2017 E 17735126 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3481699**

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

30 Prioridad:

**06.07.2016 DE 102016212307**

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

**16.03.2021**

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP PRESTA AG (50.0%)  
Essanestrasse 10  
9492 Eschen, LI y  
THYSSENKRUPP AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HECK, HUBERT;  
BADER, REINHARD y  
ECKSTEIN, RALF**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 812 254 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 automóvil

## 5 Estado de la técnica

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil, que presenta al menos una sección de dentado con un dentado y al menos una sección de vástago con como mínimo una sección de rosca con una rosca coaxial, que tiene una longitud de rosca en dirección axial, en donde se facilitan segmentos independientes, que comprenden como mínimo un segmento de diente en cada caso en forma de barra y un segmento de vástago, orientados en un eje longitudinal común y se unen entre sí en un punto de ensamble.

Además, la invención se refiere a una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil, que presenta al menos una sección de dentado con un dentado y al menos una sección de vástago con una rosca.

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 para el engranaje del piñón está configurado mediante una longitud axial predeterminada. En el caso de una cremallera genérica en la dirección del eje longitudinal a la zona dentada se une al menos una sección de vástago, que está configurada en forma de barra de manera similar a la sección de dentado en la dirección longitudinal, preferentemente con una forma básica cilíndrica y presenta al menos una sección de rosca. La sección de rosca forma un husillo con rosca con una rosca exterior, que se extiende en dirección longitudinal por la longitud de rosca. Para el acoplamiento de una fuerza auxiliar para la asistencia de dirección sobre la sección de rosca se dispone una tuerca del husillo, que puede accionarse mediante un accionamiento auxiliar mediante motor girando alrededor del eje longitudinal. Por ello se forma un accionamiento de husillo, a través del cual, adicionalmente a la fuerza de dirección introducida manualmente a través del piñón en la sección de dentado se ejerce una fuerza auxiliar que la respalda en dirección longitudinal sobre la cremallera. El accionamiento de husillo está configurado en una forma constructiva extendida como husillo de bolas (KGT, por sus siglas en alemán), en el que los pasos de rosca están configurados como gargantas para bolas, que circundan alrededor entre la rosca y la tuerca del husillo con poca fricción. La sección de vástago además de la sección de rosca puede presentar una o varias secciones funcionales adicionales, por ejemplo una sección de cojinete, que puede estar configurada por ejemplo como mínimo parcialmente cilíndrica para el alojamiento de traslación en la cremallera en dirección longitudinal. En los extremos libres, apartados unos de otros en dirección longitudinal, en la sección de dentado y de vástago pueden estar instalados en cada caso elementos de unión para unirse con las barras de acoplamiento, por ejemplo gorriones roscados o similares.

Para poder adaptar mejor las propiedades de material a las cargas que aparecen en el funcionamiento y optimizar la fabricación para la configuración de las zonas funcionales, en el estado de la técnica se sabe cómo configurar la sección de dentado inicialmente sobre un segmento de diente, y facilitar la sección de vástago con la rosca como segmento de vástago independiente de esta. Mediante selección de material, procesos de temple y revenido, por ejemplo temple térmico continuo o parcial, y procedimientos de mecanizado con procesos optimizados, como por ejemplo conformación en caliente o en frío, fresado, rectificado o similares, los segmentos inicialmente independientes pueden diseñarse con vistas a su funcionalidad respectiva. A continuación el segmento de diente y el segmento de vástago se orientan coaxialmente en un eje longitudinal común y en sus extremos frontales orientados axialmente unos contra otros, los extremos de unión, se unen entre sí en un punto de ensamble. Este tipo constructivo se denomina por tanto cremallera ensamblada. La unión de los segmentos puede realizarse mediante elementos de unión, como se describe por ejemplo en el documento DE 10 2007 018 919 A1, o también mediante procedimientos de ensamble por adherencia de materiales, preferentemente mediante soldadura, como se describe en el documento JP2006 46423 A o el documento DE 10 2013 007 072 A1. Dado el caso pueden unirse segmentos adicionales con el vástago y/o segmento de diente. El documento JP2006 46423 A se describe como estado de la técnica más próximo y muestra el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

En la fabricación de una cremallera ensamblada los segmentos, en particular el segmento de diente y segmento de vástago, recorren en cada caso varias etapas de mecanizado. En particular la producción de la sección de rosca sobre el segmento de vástago es relativamente compleja. Hasta el momento, de un material para mecanizar de vástago en forma de barra, preferentemente cilíndrico o tubular se cortan a medida inicialmente secciones, que se mecanizan posteriormente en cada caso individualmente. Los pasos de rosca de la sección de rosca se cortan con procedimientos por arranque de virutas para cada segmento de vástago individual en el material para mecanizar cilíndrico, el mecanizado de precisión con la calidad de superficie y exactitud necesarias para un mecanismos con elementos

fileteados de husillo de bolas puede alcanzarse mediante rectificado, pulido o acabado. El tallado de roscas y rectificado, debido el cambio de utillaje e instalación de las máquinas de tallado de rocas y rectificadoras para cada segmento de vástago individual requiere hasta ahora un proceso de producción con una complejidad correspondientemente y de mucho tiempo.

5 En vista de la problemática que se ha explicado anteriormente un objetivo de la presente invención es diseñar de manera más eficiente el proceso de producción de cremalleras construidas, en particular en cuanto a facilitar segmentos de vástago con sección de rosca. Asimismo va a facilitarse una cremallera mejorada.

10 Descripción de la invención

El objetivo se consigue mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, así como mediante una cremallera de acuerdo con la reivindicación 12. De las reivindicaciones dependientes respectivas resultan perfeccionamientos ventajosos.

15 Para resolver la problemática anteriormente mencionada de acuerdo con la invención se propone un procedimiento con las siguientes etapas:

- 20 - facilitar una pieza de material para mecanizar de vástago con una longitud de pieza de un múltiplo de la longitud de segmento de vástago,
- generar una rosca continua en dirección longitudinal sobre la pieza de material para mecanizar de vástago a través de un múltiplo de la longitud de rosca para la fabricación de un producto semiacabado de rosca,
- cortar a medida un segmento de rosca del producto semiacabado de rosca,
- facilitar un segmento de diente,
- 25 - ensamblar el segmento de rosca con el segmento de diente.

De acuerdo con la invención el proceso de producción para la fabricación de una cremallera ensamblada se optimiza al configurarse la rosca de la sección de rosca, que se configura en el estado de la técnica en una pieza en bruto de segmento de vástago confeccionada considerando la longitud, como mínimo parcialmente en una etapa de procedimiento aguas arriba ya en el material para mecanizar de vástago. El material para mecanizar de vástago puede facilitarse a este respecto en cada caso como pieza de material para mecanizar de vástago, por ejemplo en forma de una barra larga de material redondo o perfilado, o como perfil hueco en forma de material para mecanizar larga, preferentemente de acero. La longitud axial de la pieza de material para mecanizar de vástago se determina solo mediante el procedimiento de elaboración del material para mecanizar, que por regla general prevé procesos de mecanizado continuos en dirección longitudinal como colada continua, prensado, laminado, escarpado, estirado y similares. En principio por ello una pieza de material para mecanizar de vástago puede presentar una longitud de pieza discrecional, que sin embargo en la práctica, por motivos de logística y manipulación, por regla general se establece en el orden de magnitud de algunos metros, por ejemplo de 2 a 10 metros.

40 La longitud de pieza de una pieza de material para mecanizar de vástago de este tipo es un múltiplo de la longitud de segmento de vástago, que esencialmente se da mediante la longitud del segmento de vástago medido en dirección longitudinal axial desde el punto de ensamble hasta el extremo libre y en la práctica se sitúa generalmente por debajo de un metro, normalmente en función de la realización del mecanismo de dirección puede ascender por ejemplo entre 0,1 y 0,5 metros.

45 En el estado de la técnica de las secciones de material para mecanizar de vástago se cortan a medida secciones que corresponden a la longitud de segmento de vástago, en las que en etapas de producción siguientes se crea la rosca de la sección de rosca, por ejemplo mediante tallado de roscas y mecanizado. Debido a las altas exigencias impuestas a un husillo de bolas (KGT) surge, como ya se ha mencionado, un gran gasto de producción.

50 De acuerdo con la invención la fabricación de la rosca se realiza con las especificaciones predeterminadas por la asistencia de fuerza auxiliar respectiva como paso de rosca, perfil de rosca, calidad de superficie y similares manteniendo las tolerancias requeridas ya en el material para mecanizar de sección de vástago. El procedimiento de acuerdo con la invención prevé para ello el mecanizado continuo de la pieza de material para mecanizar de vástago, preferentemente a través de toda su longitud. Por ello se facilita un producto semiacabado de segmento de vástago con rosca continua en la dirección longitudinal, que se denomina producto semiacabado de rosca.

60 Del producto semiacabado de rosca de acuerdo con la invención pueden crearse segmentos de vástago mediante un sencillo corte a medida, que ya presentan una sección de rosca. Para ello del producto semiacabado de rosca se separan piezas parciales con una longitud axial, que corresponde a la longitud de segmento de vástago, que a su vez corresponde por regla general a su vez a la longitud de sección de vástago requerida, dado el caso añadiendo una longitud de mecanizado adicional. La longitud de mecanizado adicional puede ser necesaria para una preparación necesaria, dado el caso de la superficie de ensamble, o para considerar y compensar un acortamiento mediante el procedimiento de ensamble utilizado, por ejemplo un recalado axial en un procedimiento de ensamble térmico como soldadura por fricción o similar. Por ello, la longitud de pieza de acuerdo con la invención de la pieza de material para mecanizar de vástago siempre es también un múltiplo de la longitud de sección de vástago o de rosca.

En etapas de procedimiento siguientes se facilita un segmento de diente y con el segmento de vástago creado de acuerdo con la invención mediante corte a medida del segmento de vástago creado por el producto semiacabado de rosca se orientan en un eje longitudinal común. Esto significa que los ejes de segmento de vástago se orientan coaxialmente o en paralelo desplazados unos respecto a otros en paralelo. A continuación las superficies de ensamble enfrentadas a este respecto unas a otras, frontales con respecto al eje longitudinal de segmento de diente y de vástago se ensamblan mediante un procedimiento de ensamble, configurándose un punto de ensamble, presentando los segmentos tras el ensamble un eje longitudinal común. En principio son adecuados procedimientos de ensamble, que mediante arrastre de forma, arrastre de fuerza y/o adherencia de materiales permiten una unión firme, duradera. Preferentemente pueden utilizarse procedimientos de soldadura, como por ejemplo soldadura por fricción, que garantiza una producción eficiente y una unión fiable.

Una configuración ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención es que en la pieza de material para mecanizar de vástago la rosca se crea en un procedimiento continuo axial. A este respecto se trata de un procedimiento de mecanizado continuo eficiente, en el que la rosca se introduce como rosca externa continua en dirección axial en la superficie lateral externa del material para mecanizar de vástago. Preferentemente el mecanizado a través de la longitud total de la pieza de material para mecanizar de vástago, que puede ascender a un múltiplo de la longitud de segmento de vástago, puede realizarse continuamente en el paso a través de una estación de mecanizado o una línea de producción con varias estaciones de mecanizado recorridas unas detrás de otras. De este modo, en una única etapa de trabajo puede facilitarse un producto semiacabado de segmento de vástago, que se extiende por un múltiplo de la longitud de segmento de vástago o la longitud de sección de vástago, omitiéndose un cambio de utillaje y alineación que exigen mucho tiempo.

Preferentemente la rosca presenta como mínimo una pista de rodadura de bola de un husillo KGT. A este respecto el perfil de los pasos de rosca se optimiza como garganta para las bolas de un husillo KGT, por ejemplo mediante un perfil gótico, que permite un apoyo definido de una bola en dos puntos definidos en cada caso.

El procedimiento de acuerdo con la invención puede perfeccionarse en el sentido de que la rosca se talla por remolinado. El remolinado, también denominado remolinado continuo de manera abreviada, es un procedimiento continuo para crear roscas sobre una pieza en bruto cilíndrica. A este respecto, mediante un vórtice anular que rota a gran velocidad, dispuesto excéntricamente inclinado con respecto al eje longitudinal con filos internos se entallan pasos de rosca en el exterior en el material para mecanizar de sección de vástago, en donde al mismo tiempo el material para mecanizar se gira alrededor del eje longitudinal y con un avance axial, de acuerdo con el paso de rosca se guía continuamente a través del vórtice anular. De esto resulta una fabricación especialmente económica del producto semiacabado de rosca. Las roscas creadas mediante remolinado tienen la ventaja adicional de que puede realizarse una geometría y calidad de superficie adaptadas de forma óptima al empleo en un husillo KGT, lo que favorece una rodadura de ruido y desgaste reducidos del husillo KGT. Es posible remolinar la rosca en una única pasada, en donde la calidad de la rosca ya cumple los requisitos en el husillo KGT, de modo que puede omitirse un mecanizado adicional.

Como alternativa o adicionalmente pueden utilizarse otros procedimientos de producción por arranque de virutas o sin arranque de virutas para crear la rosca de acuerdo con la invención que pasa a través de la longitud del material para mecanizar de vástago, preferentemente procedimientos continuos, por ejemplo fresado, brochado, rodadura entre discos planos y similares, y dado el caso rectificado o similares, para el mecanizado de precisión o mecanizado final.

En etapas de procedimiento continuos para la fabricación de una cremallera se facilita un segmento de diente y con el segmento de vástago creado de acuerdo con la invención mediante corte a medida del producto semiacabado de segmento de vástago se orienta en el eje longitudinal común. A continuación las superficies de ensamble enfrentadas a este respecto unas a otras, frontales con respecto al eje longitudinal de segmento de diente y de vástago se ensamblan mediante un procedimiento de ensamble, configurándose un punto de ensamble. En principio son adecuados procedimientos de ensamble, que mediante arrastre de forma, arrastre de fuerza y/o adherencia de materiales permiten una unión firme, duradera. Preferentemente pueden utilizarse procedimientos de soldadura, como por ejemplo soldadura por fricción, que garantiza una producción eficiente y una unión fiable.

Es ventajoso que la pieza de material para mecanizar de sección de vástago se facilite como sección de material conformada en caliente y/o en frío y/o por arranque de virutas. Por ejemplo la pieza de material para mecanizar puede facilitarse como barra laminada de material macizo, o también como tubo soldado o sin soldar. Antes del rectificado continuo la pieza de material para mecanizar de sección de vástago puede conformarse para crear una forma determinada, calidad de superficie o de material mediante procedimientos adecuados además por arranque de virutas y/o sin arranque de virutas, por ejemplo mediante laminado de precisión, prensado, estirado, enderezado, escarpado o procedimientos de mecanizado adicionales o alternativos.

Es concebible y posible además que la pieza de material para mecanizar de sección de vástago se trate térmicamente antes del rectificado continuo y antes de practicarse la rosca. Mediante tratamiento térmico el material para mecanizar puede templarse por ejemplo continuamente o parcialmente, para adaptarse de manera óptima a las cargas que van a esperarse en el funcionamiento. A este respecto, el rectificado continuo de acuerdo con la invención tiene la ventaja

de que pueden mecanizarse eficazmente de manera precisa superficies templadas con elevada calidad de superficie y estabilidad dimensional.

5 Una etapa de procedimiento adicional puede incluir que mediante el corte a medida como mínimo se facilite una superficie de extremo del lado frontal del segmento de vástago para configurar una superficie de ensamble.

10 Una etapa de procedimiento adicional puede incluir que mediante el corte a medida como mínimo se mecanice una superficie de extremo del lado frontal del segmento de vástago para configurar una superficie de ensamble. Mediante procedimientos de mecanizado plásticos o por arranque de virutas el extremo de unión previsto para la unión con el elemento de dentado puede prepararse para el procedimiento de ensamble que se utilice, por ejemplo puede fabricarse una forma y/o calidad de superficie adaptada a un procedimiento de soldadura, o puede efectuarse una adaptación de otro tipo a la superficie de ensamble correspondiente del elemento dentado.

15 Preferentemente el segmento de diente y el segmento de vástago se unen entre sí, preferentemente mediante soldadura por fricción. En la soldadura por fricción y rotación se orientan los segmentos que van a ensamblarse entre sí en su eje longitudinal común, comienzan a girar relativamente unos hacia otros alrededor de este eje longitudinal y a este respecto en dirección longitudinal con sus superficies de extremo dirigidas unas hacia otras se presionan unas contra otras, que forman o presentan las superficies de ensamble. El calor de fricción que se forma a este respecto provoca una fusión de las superficies de ensamble, de modo que se produce una unión soldada por adherencia de materiales.

20 Es posible que como mínimo se facilite un segmento funcional adicional y se ensamble con el segmento de diente y/o el segmento de vástago. Un segmento funcional adicional puede comprender por ejemplo una sección de unión para conectar la sección de dentado o de vástago a una barra de acoplamiento, o también una sección intermedia insertada en dirección axial entre la sección de dentado y segmento de vástago. Para la fijación de un segmento funciona pueden utilizarse las mismas técnicas de unión, como se ha descrito anteriormente para segmentos de dentado y de vástago. Al igual que estos segmentos pueden mecanizarse uno o varios segmentos funcionales de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención antes del ensamble.

30 El objetivo se consigue mediante una cremallera para un mecanismo de dirección de un automóvil, que presente al menos una sección de dentado con un dentado y al menos una sección de vástago con una rosca, extendiéndose la rosca a través de toda la longitud de sección de vástago.

35 Preferentemente la rosca continua presenta un paso con un valor entre 5 mm y 40 mm. De manera especialmente preferente el paso presenta un valor entre 5 mm y 10 mm. Preferentemente la rosca está configurada como vía de rodadura para cuerpos rodantes, por ejemplo bolas, y puede presentar un perfil de sección transversal gótico.

### Descripción de los dibujos

40 A continuación mediante los dibujos se explican con más detalle formas de realización de la invención. En detalle, muestran:

- figura 1 un sistema de dirección para un automóvil,
- figura 2 una cremallera fabricada de acuerdo con la invención,
- 45 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,
- 50 figura 6 cortar a medida un segmento de rosca de un producto semiacabado de rosca de acuerdo con la figura 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 cortar a medida 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,
- 55 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 procedimiento siguiente en estado abierto de nuevo, tras la conformación,
- 60 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,
- 65 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,  
 5 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,  
 figura 24 un segmento de diente durante el temple continuo,  
 figura 25 un segmento de rosca y un segmento de diente antes de la sujeción en un dispositivo de sujeción,  
 10 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,  
 figura 28 perfil de dureza esquemático de la unión de soldadura por fricción de acuerdo con la invención,  
 15 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,  
 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,  
 20 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,  
 figura 36 una cremallera fabricada de acuerdo con la invención en una forma de realización adicional en una representación en perspectiva,  
 25 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.

### Formas de realización de la invención

30 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.

35 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 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.

45 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 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.

55 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.

60 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.

65 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.

5 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  
10 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  
15 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.

20 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.

25 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 de sección de vástago S 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.

30 Debido a la configuración de la cremallera 2 a partir de segmentos individuales, es 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).

35 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, incluyendo el temple está asociado a menos riesgos.

40 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.

45 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.

50 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  
55 mecanizar 3 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.

60 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  
65 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.

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.

Del producto semiacabado de segmento de vástago 31 templado, que tiene la longitud de pieza G, pueden cortarse a medida segmentos 32 templados, que tienen 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 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 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.

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 cortado a la longitud de segmento ls, es complejo y costoso.

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.

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.

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 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 extienda 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.

5 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  $l_s$ . Al ascender la longitud de pieza G del producto semiacabado de rosca 37 a un múltiplo de la longitud de segmento  $l_s$  de los segmentos de rosca 35, puede crearse de manera eficiente un número correspondientemente elevado de segmentos de rosca 35. Los segmentos de  
10 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.

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  
15 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 templan, para no dificultar la conformación  
20 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  $l_s$ , preferentemente mediante aserrado.

Las figuras 10 a 13 muestran esquemáticamente instantáneas de una matriz 5 en etapas consecutivas del  
25 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  
30 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.

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  
35 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  
40 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.

Para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se facilita una pieza de material para mecanizar de  
45 segmento 3 cilíndrica, en lo sucesivo también denominada abreviada pieza en bruto 3, con la longitud de segmento  $l_z$ , 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 la 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  
50 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, en la dirección del eje longitudinal L.

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  
55 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 3 cilíndrica 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. De manera correspondiente la entalladura de forma de dorso 54 inicialmente solo en  
60 forma de línea en la zona de dorso está en contacto con el perímetro externo 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  
65 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 se moldea el dentado 22 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 recalco 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 recalco provocado en la conformación y la fluencia que lo acompaña en la dirección de ancho B el dorso obtiene un ancho de dorso ( $2 \times R$ ) correspondiente al doble del radio de dorso R, medido en la dirección de ancho B. El dentado 22 enfrentado al dorso 23 mediante la conformación obtiene un ancho de dentado b en la dirección de ancho B. Preferentemente se crea 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 pueden ser 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 porque 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 61 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.

- 5 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.
- 10
- 15 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.
- 20

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, porque 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.

25

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 un 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.

30

35

40

45

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.

50

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.

55

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.

60

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.

65

5 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 presenta la misma construcción que en las realizaciones de la matriz 5 en forma de D anteriormente descritas. 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.

10 De la figura 34 puede desprenderse cómo se inserta una pieza en bruto 3 con radio sin mecanizar  $r_1$  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  $R_1$ . Puede distinguirse que en el estado sin mecanizar sin conformar la pieza en bruto 3 con el radio sin mecanizar  $r_1$  más pequeño en comparación con el radio de dorso  $R_1$  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.

15 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  $r_1$  y  $R_1$  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.

20 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.

25 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  $r_1$ ) menor en comparación con el radio de dorso  $R$  (o  $R_1$ ) son necesarias fuerzas de forjado menores, que cuando el radio sin mecanizar corresponde al radio de dorso, como en el estado de la técnica.

30 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 radio de dorso  $R_1$  en relación con el radio sin mecanizar  $r_1$ .

35 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  $R_1$ , estando configurada adicionalmente una sección de transición 201, 211 cilíndrica en la sección de dentado 21, cuyo radio  $r_1$  es menor que el radio de dorso  $R_1$ . Es preferente una diferencia de radio en el intervalo de 3 % a 7 % con respecto al radio de dorso  $R_1$ . Especialmente preferente es una diferencia de radio en el intervalo de 4,5 % a 6,5 %.

45 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.

50 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.

55 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.

60 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 contrasoporte 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 contrasoporte 704, por lo que se alcanza un posicionamiento axial exacto en la dirección del eje longitudinal L.

5 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.

10 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.

15 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 presión 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.

20 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 contrasoporte 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 L1 entre la pieza de presión 714 y el contrasoporte 704 es igual a la suma de las longitudes de segmento ls y lz, se cumple por tanto:  $L1 = ls + lz$  (longitud ls del segmento de rosca 35 + longitud lz del segmento de diente 61).

30 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 F1, que puede ascender por ejemplo entre 10kN bis 30 kN. Por ello se realiza una homogeneización de las superficies de ensamble 28. La fricción puede realizarse en una duración de menos de 3 segundos.

35 A continuación para la fricción por introducción de calor la fuerza de presión F se aumenta a una fuerza de introducción F2, que puede ascender aproximadamente a de 5 a 12 veces, preferentemente de 6 a 11-veces la fuerza de fricción F1. 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.

45 Al alcanzar la temperatura de proceso la fuerza de apriete F se aumenta de 10 a 20 veces, preferentemente 17 veces la fuerza de accionamiento F1. Mediante el material que se funde entre las superficies de ensamble 28 en el punto de ensamble 27 se realiza un recalado, 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 L1 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 predeterminada L2. El acortamiento es el denominado trayecto de ensamble de X, que corresponde a la diferencia entre la longitud inicial L1 y la longitud objetivo L2:  $X = L1 - L2$ .

50 El estado final, en el que se ha alcanzado la longitud total L2, está representada en la figura 27. La longitud objetivo L2 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 acertada 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.

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

60 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  $0,25 \times ds$ , 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**

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de una cremallera (2) para un mecanismo de dirección de un automóvil, que presenta al menos una sección de dentado (21) con un dentado (22) y al menos una sección de vástago (24) con como mínimo una sección de rosca con una rosca coaxial (25), que tiene una longitud de rosca en la dirección de un eje longitudinal (L), en donde se facilitan segmentos independientes, que comprenden como mínimo un segmento de diente (61) en cada caso en forma de barra y un segmento de vástago (62), que se orientan en un eje longitudinal (L) común y se unen entre sí en un punto de ensamble (27), **caracterizado por** las etapas:
- 10 - facilitar una pieza de material para mecanizar de vástago (36) con una longitud de pieza (G) de un múltiplo de la longitud de segmento de vástago (Is),  
 - generar una rosca (25) continua en dirección longitudinal sobre la pieza de material para mecanizar de vástago (36) a través de un múltiplo de la longitud de rosca para la fabricación de un producto semiacabado de rosca (37),  
 15 - cortar a medida un segmento de rosca (62) del producto semiacabado de rosca (37),  
 - facilitar un segmento de diente (61),  
 - ensamblar el segmento de rosca (62) con el segmento de diente (61).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** sobre la pieza de material para mecanizar de vástago (36) se crea la rosca (25) en un procedimiento continuo axial.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la rosca (25) se talla por remolinado.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la rosca (25) presenta como mínimo una pista de rodadura de bola de un husillo de bolas (KGT).
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pieza de material para mecanizar de sección de vástago (36) se facilita como sección de material conformada en caliente y/o conformada en frío y/o mecanizada por arranque de virutas.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la pieza de material para mecanizar de sección de vástago (36) se facilita como barra o tubo, preferentemente como material redondo.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pieza de material para mecanizar de sección de vástago (36) antes de introducir la rosca (25) se trata térmicamente.
- 35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** mediante el corte a medida se facilita como mínimo una superficie de extremo en el lado frontal del segmento de vástago (62) para configurar una superficie de ensamble (28).
- 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se sueldan entre sí el segmento de diente (61) y el segmento de vástago (62).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la sección funcional comprende una sección de cremallera (213) adicional y/o una sección de rosca (24) y/o una sección de unión.
- 45 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se facilita como mínimo un segmento funcional adicional y se ensambla con el segmento de diente (61) y/o el segmento de vástago (62).
- 50 12. Cremallera (2) para un mecanismo de dirección de un automóvil, que al menos presenta una sección de dentado (21) con un dentado (22) y al menos una sección de vástago (24) con una longitud de sección de vástago S con una rosca (25), **caracterizada por que** la rosca se extiende por toda la longitud de sección de vástago S.
- 55 13. Cremallera según la reivindicación 12, **caracterizada por que** la rosca continua presenta un paso de entre 5 mm y 40 mm.

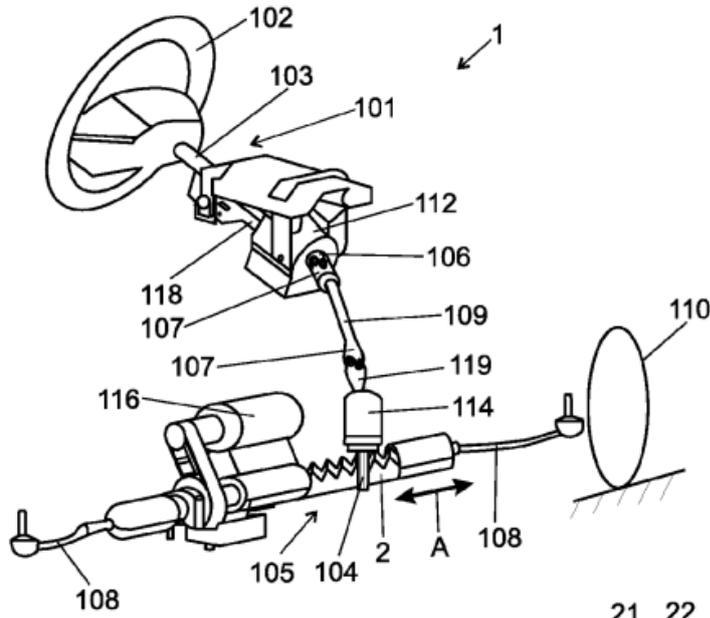


Figura 1

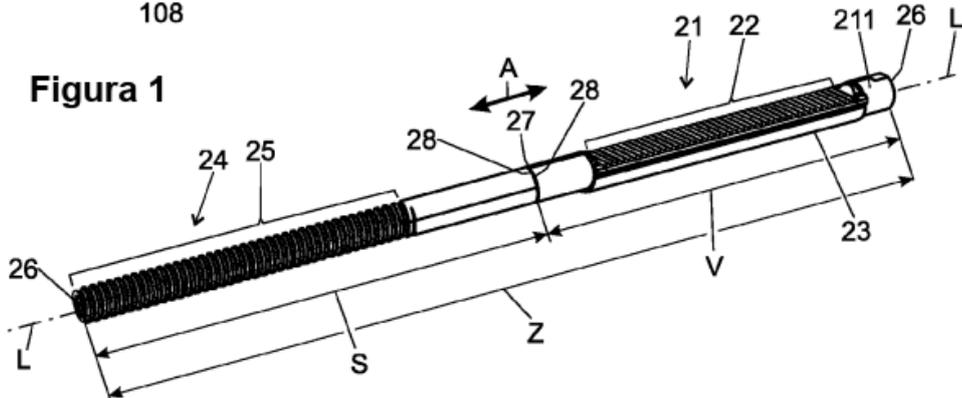


Figura 2

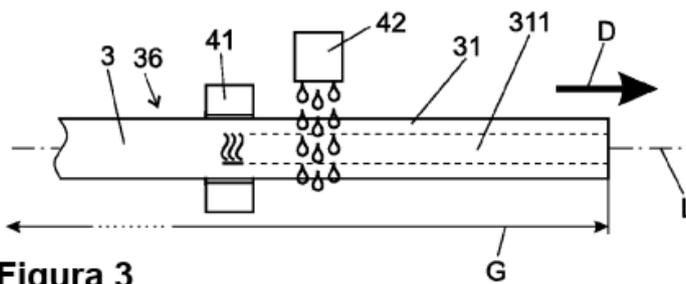


Figura 3

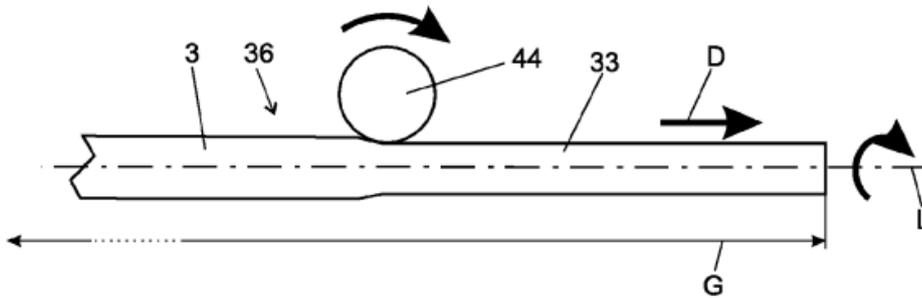


Figura 4

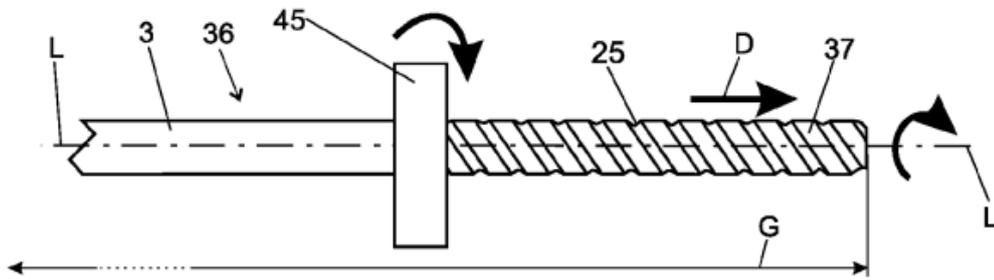


Figura 5

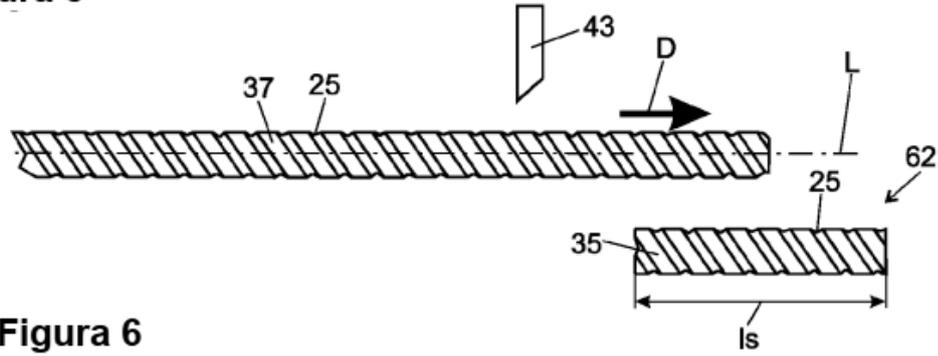


Figura 6

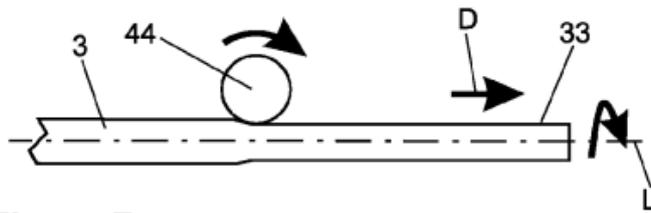


Figura 7

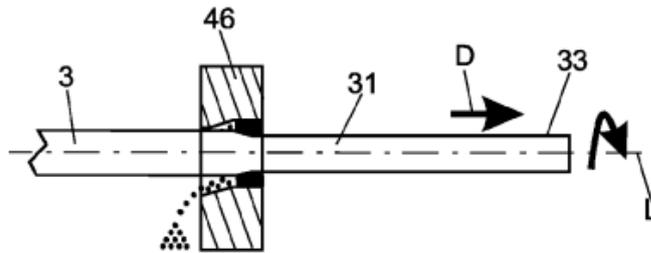


Figura 8

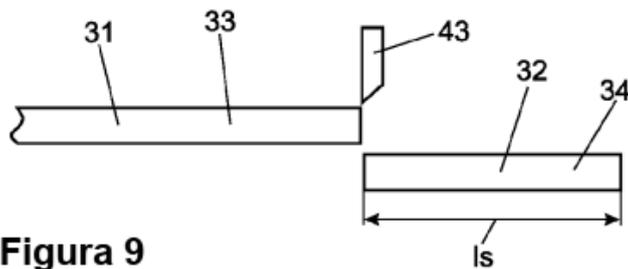


Figura 9

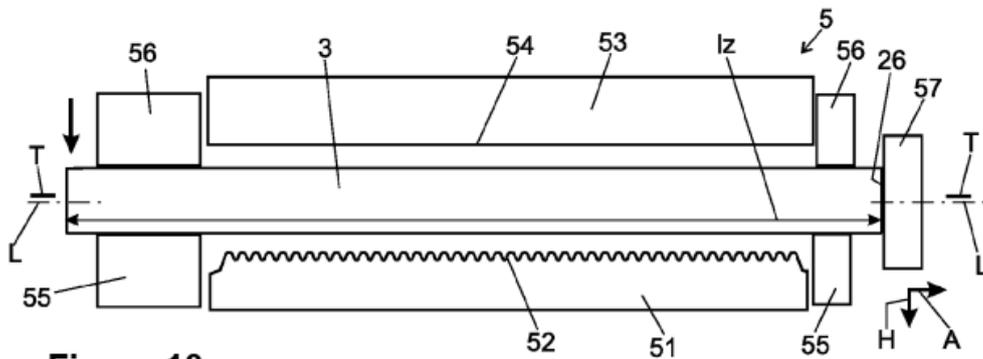


Figura 10

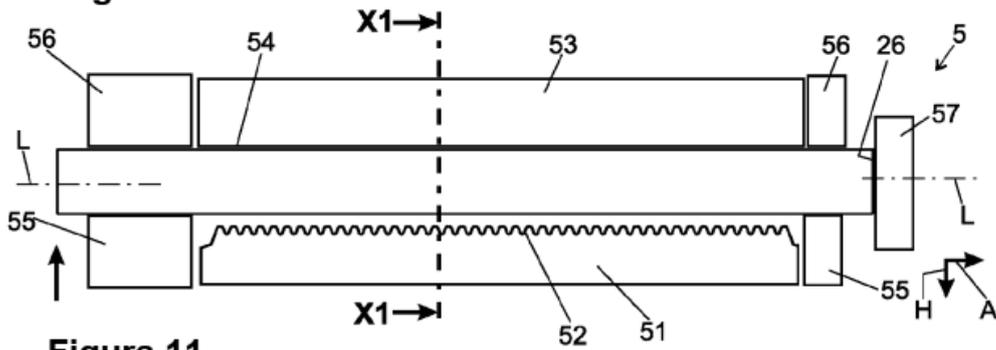


Figura 11

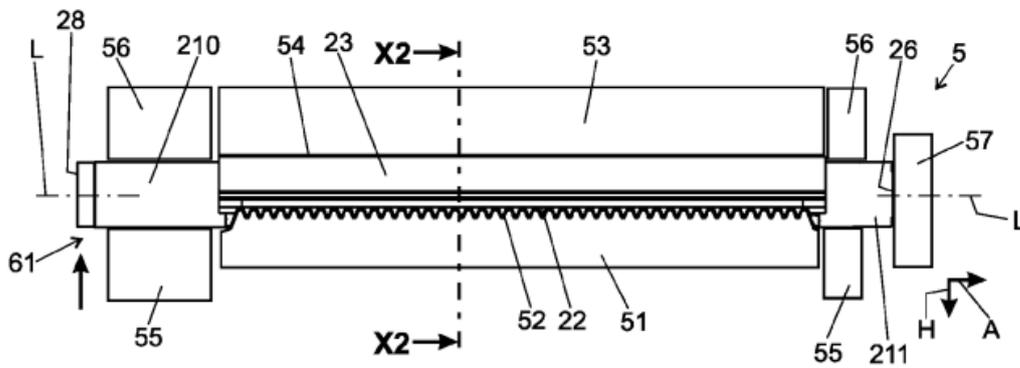


Figura 12

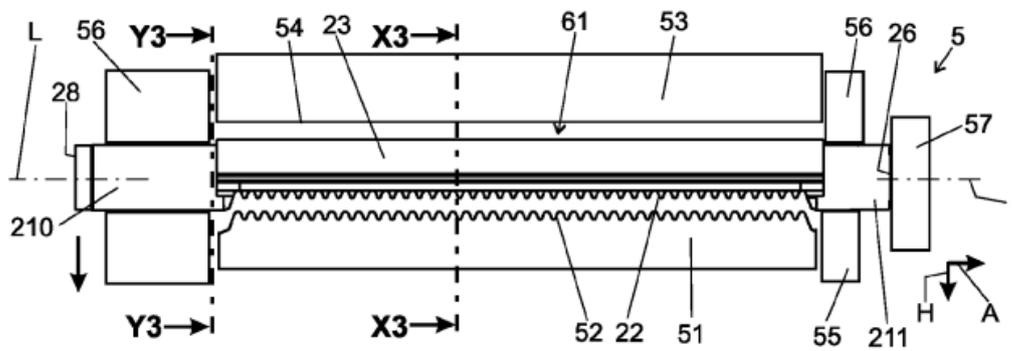


Figura 13

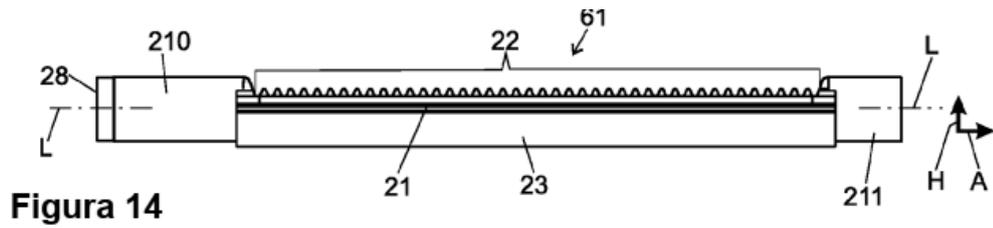


Figura 14

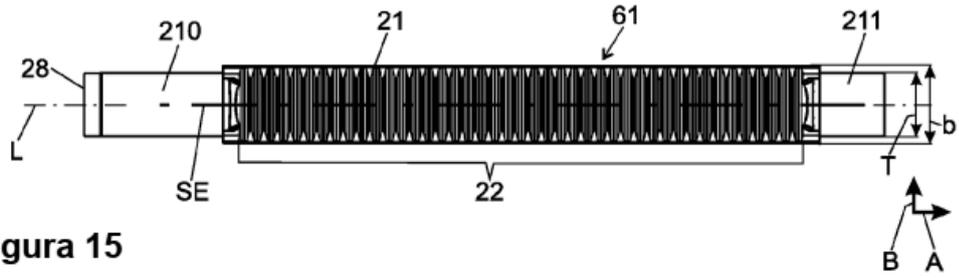


Figura 15

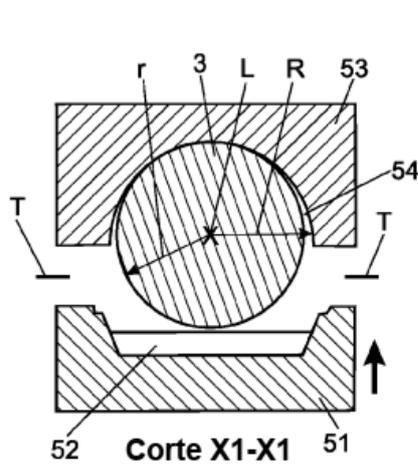


Figura 16

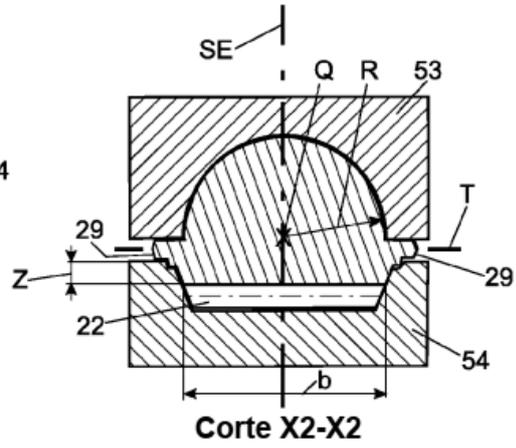


Figura 17

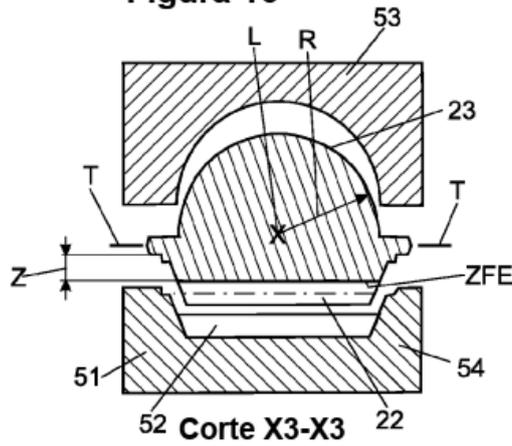


Figura 18

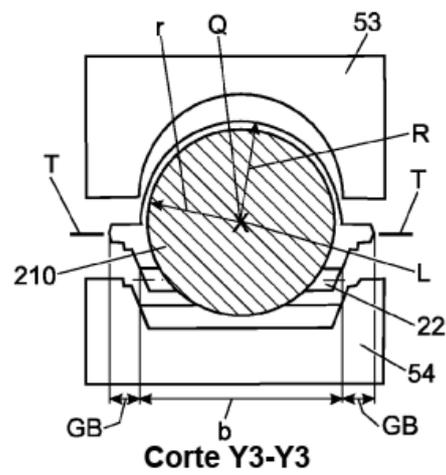


Figura 19

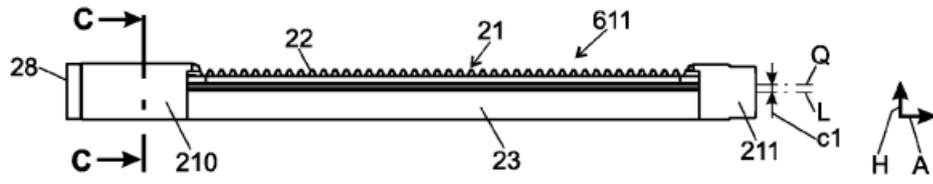
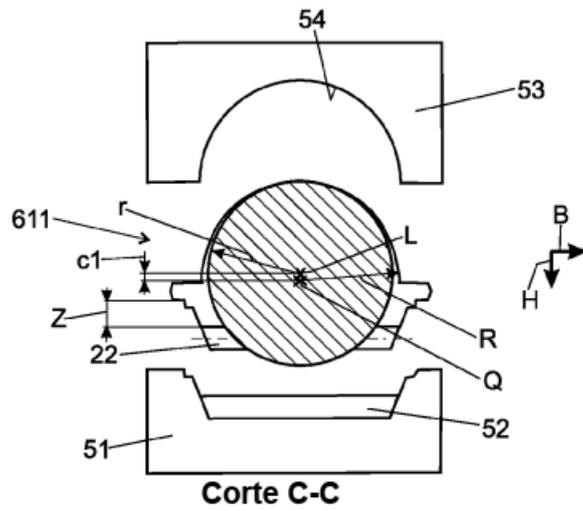


Figura 20



Corte C-C

Figura 21

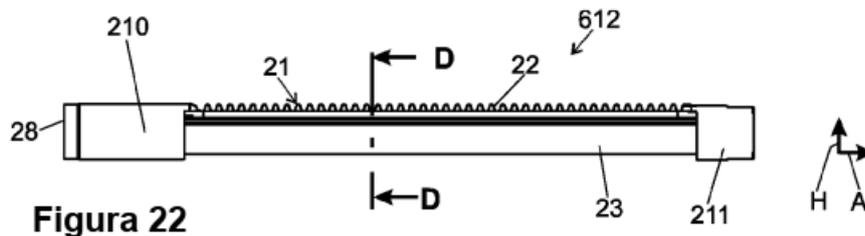
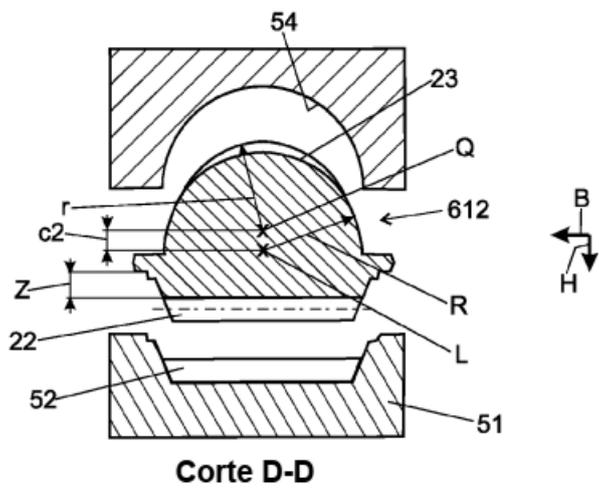
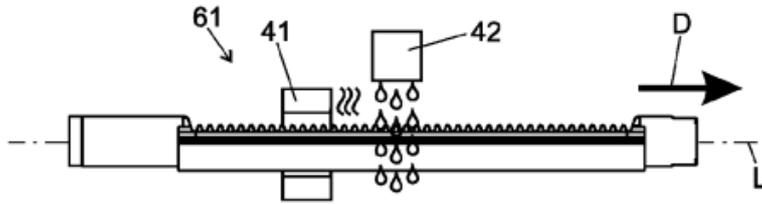


Figura 22

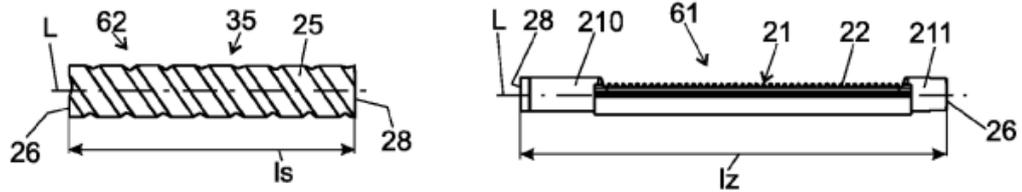


Corte D-D

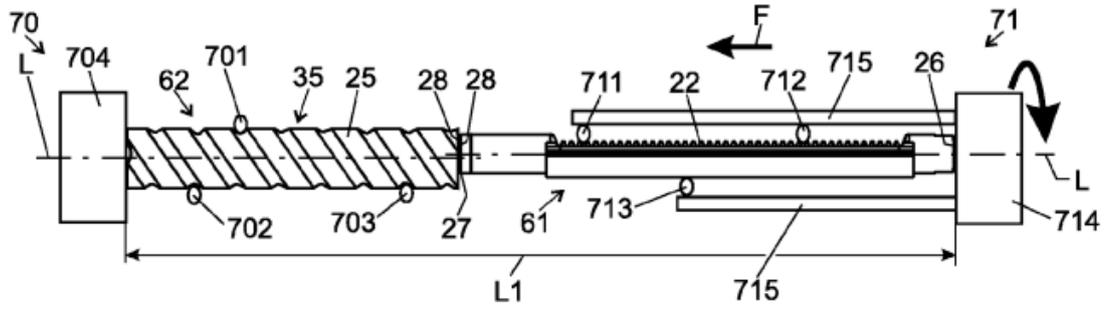
Figura 23



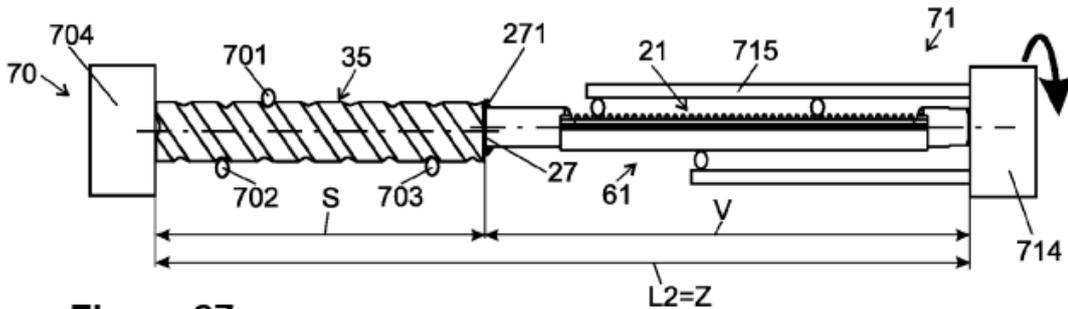
**Figura 24**



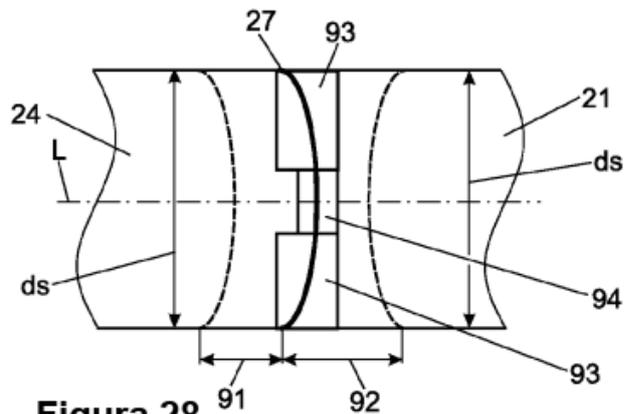
**Figura 25**



**Figura 26**



**Figura 27**



**Figura 28**

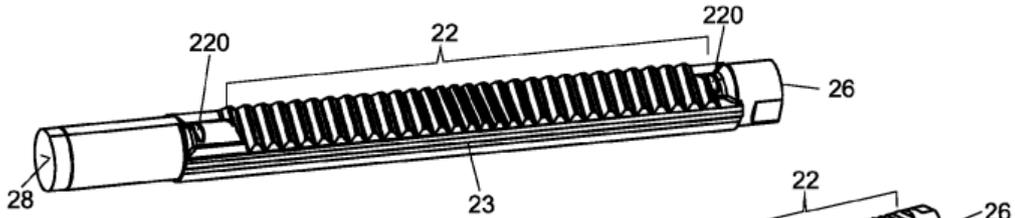


Figura 29

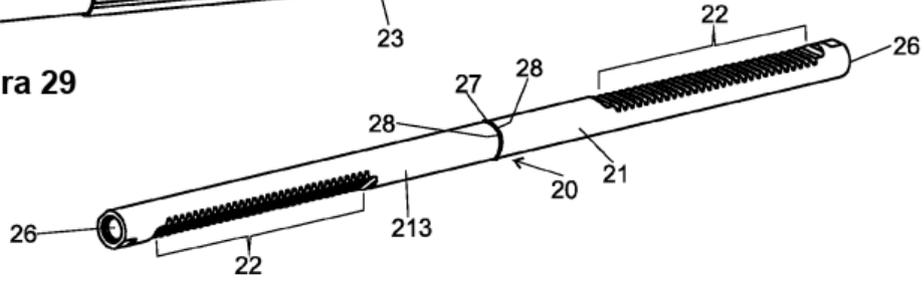


Figura 30



Figura 31

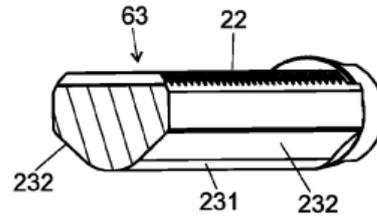


Figura 32

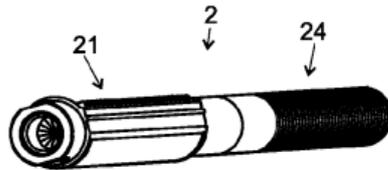


Figura 33

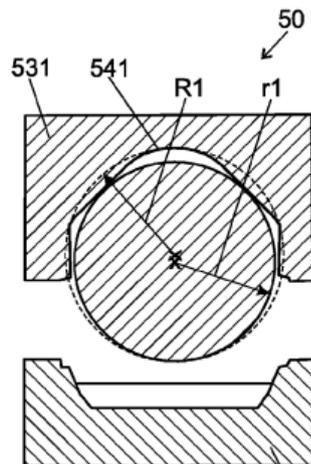


Figura 34

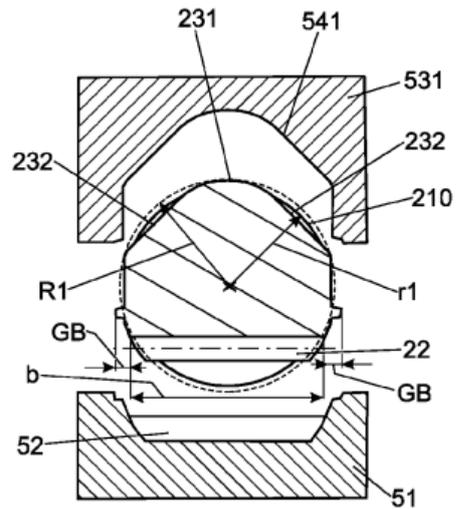


Figura 35

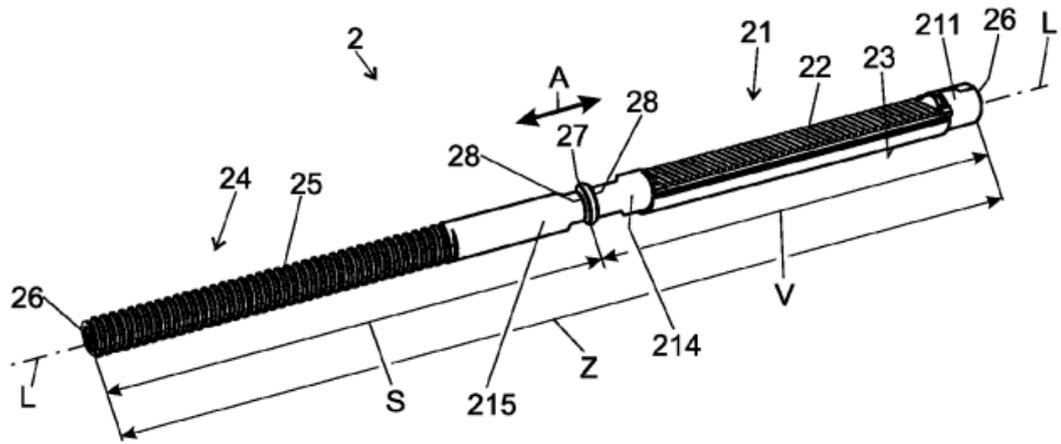


Figura 36

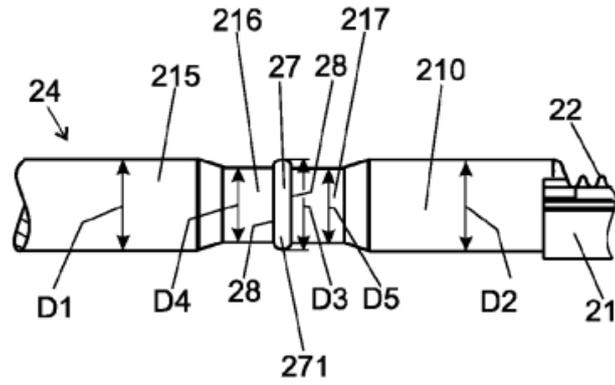


Figura 37

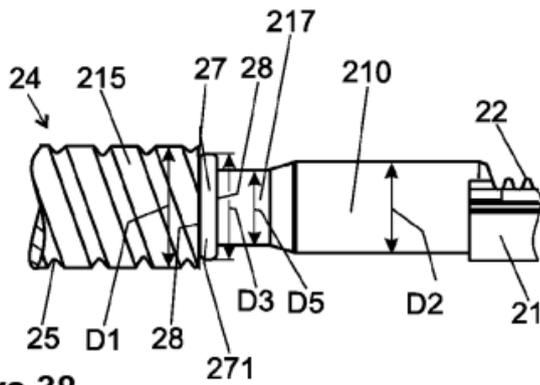


Figura 38