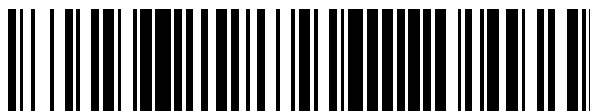


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 557**

51 Int. Cl.:

F16C 3/02 (2006.01)

B60K 17/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2015** **E 15159886 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019** **EP 3070348**

54 Título: **Árbol de transmisión para automóviles y procedimiento para la fabricación de un árbol de transmisión de dicho tipo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2020

73 Titular/es:

FELSS ROTAFORM GMBH (50.0%)
Gewerbestraße 62
75015 Bretten-Gölshausen, DE y
IFA-TECHNOLOGIES GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

MORLOCK, ECKHARD;
HÄRTER, ANDREAS y
LANGER, GERALD

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 741 557 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

Árbol de transmisión para automóviles y procedimiento para la fabricación de un árbol de transmisión de dicho tipo

- 5 La presente invención se refiere a un árbol de transmisión para automóviles de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, con tramos de árbol consecutivos en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, de los cuales un tramo de árbol está realizado como tramo de árbol tubular de mayor sección transversal y otro tramo de árbol está realizado como tramo de árbol de menor sección transversal,
- 10 • donde, en el estado inicial del árbol de transmisión, el tramo de árbol de mayor sección transversal está dispuesto junto a un lado y el tramo de árbol de menor sección transversal está dispuesto junto al otro lado de un área de transición anular del árbol de transmisión, y el área de transición presenta una pared de área que une entre sí el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal,
- 15 • donde, bajo la acción de una fuerza longitudinal que comprime el árbol de transmisión desde el estado inicial y que actúa en la dirección longitudinal del árbol de transmisión sobre el tramo de árbol de mayor sección transversal y/o sobre el tramo de árbol de menor sección transversal, el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal son móviles de manera relativa entre sí en la dirección longitudinal del árbol de transmisión y la pared de área del área de transición conforma un punto de deformación controlada y/o de rotura controlada entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal,
- 20 • donde el tramo de árbol de menor sección transversal presenta una longitud de inserción, dispuesta durante el estado inicial del árbol de transmisión fuera del tramo de árbol de mayor sección transversal y que se extiende en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, con la cual, al comprimirse el árbol de transmisión deformándose y/o rompiéndose la pared de área del área de transición dispuesta entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal, el tramo de árbol de menor sección transversal es introducible en el tramo de árbol de mayor sección transversal, y
- 25 • donde, durante el movimiento relativo, realizado al comprimirse el árbol de transmisión, del tramo de árbol de mayor sección transversal y del tramo de árbol de menor sección transversal, el tramo de árbol de menor sección transversal está conducido en la dirección del movimiento en el interior del tramo de árbol de mayor sección transversal.
- 30

La presente invención también se refiere a un procedimiento para la fabricación de un árbol de transmisión para automóviles de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 6, en cuyo marco se conforma una pieza bruta de árbol tubular deformable plásticamente mediante la realización de un tramo de árbol de mayor sección transversal, de un tramo de árbol de menor sección transversal, que en un estado inicial del árbol de transmisión sigue en la dirección longitudinal del árbol de transmisión al tramo de árbol de mayor sección transversal, y de un área de transición prevista entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal,

35

- 40 • donde el área de transición es producida con una pared de área que une entre sí el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal, la cual conforma un punto de deformación controlada y/o de rotura controlada bajo la acción de una fuerza longitudinal que comprime el árbol de transmisión desde el estado inicial y que actúa en la dirección longitudinal del árbol de transmisión sobre el tramo de árbol de mayor sección transversal y/o sobre el tramo de árbol de menor sección transversal, y
- 45 • donde el tramo de árbol de menor sección transversal es producido con una longitud de inserción, que se extiende en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, la cual está dispuesta durante el estado inicial del árbol de transmisión fuera del tramo de árbol de mayor sección transversal y con la cual el tramo de árbol de menor sección transversal es introducible en el tramo de árbol de mayor sección transversal durante un movimiento que realicen de manera relativa entre sí en la dirección longitudinal del árbol de transmisión el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal al comprimirse el árbol de transmisión deformándose y/o rompiéndose la pared de área del área de transición dispuesta entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal.
- 50

55 Los automóviles, por ejemplo, los turismos, están equipados en muchos casos con un árbol de transmisión del tipo mencionado al inicio que, en el caso de producirse un choque, muestran un comportamiento de compresión definido bajo la acción de una sobrecarga axial provocada por el choque, y de esta forma transforman la energía del impacto en energía de deformación, absorbiéndola así.

60 El estado de la técnica genérico se divulga en el documento GB 2 358 902 A. Esta memoria descriptiva divulga un árbol de transmisión que presenta un diámetro escalonado a través de su longitud. En dirección axial a ambos lados de un tramo longitudinal cilíndrico de gran diámetro está dispuesto en cada caso un tramo longitudinal cilíndrico de menor diámetro. Los tramos longitudinales cilíndricos de menor diámetro se transforman en tramos finales de diámetro aún más reducido por sus extremos axiales apartados del tramo longitudinal cilíndrico de gran diámetro.

65 Entre el tramo longitudinal cilíndrico de gran diámetro y el tramo longitudinal cilíndrico de menor diámetro está previsto un tramo de transición convexo. Un tramo de transición cónico establece la unión entre el tramo longitudinal

cilíndrico de gran diámetro y el otro tramo longitudinal cilíndrico de menor diámetro. Los dos tramos longitudinales cilíndricos de menor diámetro coinciden en su diámetro. En el caso de que se produzca un choque, un tramo longitudinal cilíndrico de menor diámetro se introduce en dirección axial en el tramo longitudinal cilíndrico de gran diámetro. El movimiento relativo axial del tramo longitudinal cilíndrico de menor diámetro y del tramo longitudinal cilíndrico de gran diámetro no termina hasta el momento en el que el tramo longitudinal cilíndrico de menor diámetro está dispuesto con una longitud parcial en el interior del tramo longitudinal cilíndrico de gran diámetro.

Un árbol de transmisión se conoce también por el documento DE 10 2004 005 096 B3. Esta memoria descriptiva divulga un árbol de transmisión que presenta un tramo tubular cilíndrico de mayor diámetro y un tramo tubular cilíndrico de menor diámetro. Los dos tramos tubulares se suceden en la dirección longitudinal del árbol de transmisión y están unidos entre sí por un tramo de transición que se estrecha desde el tramo tubular de mayor diámetro hacia el tramo tubular de menor diámetro. En el interior de los tramos tubulares, una pieza tubular de conexión está introducida con una longitud parcial en el tramo tubular de menor diámetro desde el tramo tubular de mayor diámetro. En el área de su solapamiento mutuo, la pieza tubular de conexión y el tramo tubular de menor diámetro están fijados entre sí mediante un ajuste a presión que actúa en particular en dirección axial. La parte de la pieza tubular de conexión dispuesta en el interior del tramo tubular de mayor diámetro está ensanchada en dirección radial con respecto a la longitud parcial de la pieza tubular de conexión introducida en el tramo tubular de menor diámetro formando un cilíndrico hueco cuyo diámetro exterior es levemente menor que el diámetro interior del tramo tubular de mayor tamaño.

El árbol de transmisión se comprime por la acción de una carga axial del árbol de transmisión provocada por un accidente. El tramo tubular de mayor diámetro y el tramo tubular de menor diámetro se mueven de manera relativa entre sí en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, introduciéndose el tramo tubular de menor diámetro en el tramo tubular de mayor diámetro. El tramo de transición entre el tramo tubular de mayor diámetro y el tramo tubular de menor diámetro permite el movimiento relativo de los dos tramos tubulares. Al comprimirse el árbol de transmisión, el tramo de transición se deforma primero y finalmente se rompe, donde una corrugación que reduce el espesor de la pared del tramo de transición conforma un punto de rotura controlada. Junto con el tramo tubular de menor diámetro, la pieza tubular de conexión comprimida con el tramo tubular de menor diámetro se mueve con respecto al tramo tubular de mayor diámetro. El cilindro hueco de la pieza tubular de conexión dispuesto en el interior del tramo tubular de mayor diámetro provoca a este respecto la guía del tramo tubular de menor diámetro en el tramo tubular de mayor diámetro en dirección del movimiento relativo e impide así que el árbol de transmisión se doble.

A partir del estado de la técnica genérico, el objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un árbol de transmisión del tipo mencionado al inicio junto al cual esté conducido en caso de producirse un choque el movimiento relativo del tramo de árbol de mayor sección transversal y del tramo de árbol de menor sección transversal también si la línea de acción de la fuerza longitudinal provocada por el choque que actúa sobre el árbol de transmisión no se extiende exactamente en la dirección longitudinal del árbol de transmisión.

De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue mediante el árbol de transmisión según la reivindicación 1 y mediante el procedimiento de fabricación según la reivindicación 6.

En el caso de producirse un impacto, junto al árbol de transmisión de acuerdo con la reivindicación 1, la guía recíproca de un tramo de árbol de mayor sección transversal y de un tramo de árbol de menor sección transversal es asumida durante un movimiento relativo de los dos tramos de árbol, que acompaña a la compresión del árbol de transmisión, directamente por el tramo de árbol de menor sección transversal, en el que una ampliación de la sección transversal está conformada para dicho fin. Por lo tanto, en caso de colisión, para la guía mutua del tramo de árbol de mayor sección transversal y del tramo de árbol de menor sección transversal no se necesita ningún componente adicional que complique el árbol de transmisión en cuanto a su construcción ni su técnica de producción. En el estado inicial, es decir, con el árbol de transmisión sin deformar, la ampliación de la sección transversal del tramo de árbol de menor sección transversal, que sirve que medio de guía en caso de choque, se encuentra fuera del tramo de árbol de mayor sección transversal, visto en la dirección longitudinal del árbol de transmisión. Si el árbol de transmisión es comprimido bajo la acción de una fuerza actuante en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, el tramo de árbol de menor sección transversal con la ampliación de la sección transversal es entonces introducido en el tramo de árbol de mayor sección transversal en la dirección longitudinal del árbol de transmisión. De acuerdo con la invención, la longitud de la ampliación de la sección transversal está reducida con respecto a la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal. La distancia existente como consecuencia de la diferencia de sección transversal en la dirección transversal del árbol de transmisión entre el lado exterior de la ampliación de la sección transversal de la longitud parcial del tramo de árbol de menor sección transversal y el lado interior del tramo de árbol de mayor sección transversal está dimensionada de tal modo que se produzca la acción de guía deseada durante el movimiento relativo de los dos tramos de árbol. Gracias al dimensionado conveniente de la diferencia entre la sección transversal del tramo de árbol de mayor sección transversal y la sección transversal de la ampliación de la sección transversal por la longitud parcial del tramo de árbol de menor sección transversal, se puede poner en práctica una movilidad de ladeo limitada del tramo de árbol de menor sección transversal conducido en el interior del tramo de árbol de mayor sección transversal. La movilidad de ladeo limitada del tramo de árbol de menor sección transversal hace posible un movimiento relativo

guiado del tramo de árbol de mayor sección transversal y del tramo de árbol de menor sección transversal también en aquellos casos en los que la línea de acción de la fuerza longitudinal actuante sobre el árbol de transmisión provocada por un choque no se extienda exactamente en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, sino inclinada en un ángulo agudo con respecto a la dirección longitudinal del árbol de transmisión. La forma de la sección transversal del tramo de árbol de mayor sección transversal y del tramo de árbol de menor sección transversal es preferentemente circular, pero también puede diferir de la forma circular.

La producción del árbol de transmisión de acuerdo con la invención se realiza a partir de una pieza bruta de árbol tubular disponible sin más como pieza semiacabada. Mediante la conformación de la pieza bruta de árbol deformable plásticamente, se crea, entre otros, el tramo de árbol de menor sección transversal, en el que se conforma por una longitud parcial de la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal la ampliación de la sección transversal que sirve de medio de guía.

Tipos de realización particulares de la invención de acuerdo con las reivindicaciones independientes 1 y 6 se obtienen de las reivindicaciones dependientes 2 a 5 y 7 a 9.

Básicamente, existe la posibilidad de acuerdo con la invención de que el tramo de árbol de menor sección transversal del árbol de transmisión se componga de material macizo. En un diseño preferido de la invención, está previsto un tramo de árbol de menor sección transversal que está realizado de manera tubular al menos en el área de la ampliación de la sección transversal de la longitud de inserción y que presenta una pared de tramo, que se extiende en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, en la que está conformada la ampliación de la sección transversal de la longitud de inserción (reivindicación 2). En particular, un tramo de árbol de menor sección transversal tubular al menos en parte tiene ventajas en cuanto a la técnica de producción con respecto a un tramo de árbol de material macizo.

En el marco del procedimiento de acuerdo con la invención, la ampliación de la sección transversal de la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal puede ser conformada en el tramo de árbol de menor sección transversal en una operación separada. De acuerdo con la invención, se prefiere un paralelismo temporal de la creación de la ampliación de la sección transversal de la longitud parcial de la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal con la producción de otras piezas del árbol de transmisión. De acuerdo con la reivindicación 7, la ampliación de la sección transversal de la longitud parcial de la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal es producida simultáneamente al tramo de árbol restante de menor sección transversal y/o simultáneamente al área de transición entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal.

En otro diseño preferido de la invención, la ampliación de la sección transversal de la longitud parcial de la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal es conformada mediante la reducción de sección por movimiento rotatorio en la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal (reivindicación 8).

En otro diseño del árbol de transmisión de acuerdo con la invención, se consigue un comportamiento de deformación ventajoso de la pared de área del área de transición entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal a través de que la pared de área esté curvada hacia el interior del árbol de transmisión en el estado inicial del árbol de transmisión (reivindicación 3).

Como se indica en la reivindicación 9, la pared de área del área de transición es producida entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal mediante la rodadura entre discos planos del área en cuestión de la pieza bruta de árbol tubular. La rodadura entre discos planos es un procedimiento de fabricación de eficacia probada, el cual hace posible un diseño definido de la pared de área, en particular, una producción de la pared de área con un grosor de pared que se corresponda con las exigencias.

El tipo de construcción descrito en la reivindicación 4 del árbol de transmisión de acuerdo con la invención se caracteriza por una guía mutua de funcionamiento particularmente seguro del tramo de árbol de mayor sección transversal y del tramo de árbol de menor sección transversal. El tramo de árbol de mayor sección transversal posee una sección transversal circular con un diámetro interior D , la ampliación de la sección transversal de la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal, una sección transversal circular con un diámetro exterior d . La relación diámetro exterior d de la ampliación de la sección transversal de la longitud de inserción del tramo de árbol de menor sección transversal con respecto al diámetro interior D del tramo de árbol de mayor sección transversal asciende a al menos 0,715 y como máximo a 0,958. Con esta relación entre diámetros, se obtiene un comportamiento de guía ventajoso incluso si la fuerza longitudinal bajo cuya acción se comprime el árbol de transmisión en caso de choque no actúa de manera exactamente axial, sino que presenta una línea de acción que se extiende formando un ángulo con el eje del árbol de transmisión. Se impide que se produzca un ladeo del tramo de árbol de menor sección transversal en el interior del tramo de árbol de menor sección transversal en el caso de una aplicación de fuerza no exactamente axial del árbol de transmisión.

En un árbol cardán, tal y como es objeto de la reivindicación 5, se trata de un tipo de construcción del árbol de transmisión de acuerdo con la invención particularmente relevante en la práctica.

A continuación, la invención se explica más detalladamente por medio de representaciones esquemáticas a modo de ejemplo. Muestran:

- 5 Figura 1 un árbol de transmisión previsto para un turismo, en el estado inicial,
- Figuras 2, 3 diferentes fases de la deformación provocada por un impacto de un área de transición entre un tramo de árbol de mayor sección transversal y un tramo de árbol de menor sección transversal del árbol de transmisión de acuerdo con la figura 1,
- 10 Figura 4a el área de transición entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal del árbol de transmisión de acuerdo con las figuras 1 a 3 en el momento de la rotura del área de transición,
- Figura 4b el detalle IVb de la Figura 4a, y
- 15 Figura 5 el árbol de transmisión de acuerdo con las figuras 1 a 4b tras la rotura del área de transición entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal, con el tramo de árbol de menor sección transversal introducido en el tramo de árbol de mayor sección transversal.
- 20

De acuerdo con la figura 1, un árbol de transmisión de un turismo previsto como árbol cardán 1 comprende un tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y tramos de árbol 3, 4 de menor sección transversal. Tanto el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal como los tramos de árbol 3, 4 de menor sección transversal son tubulares y poseen una pared de tramo con forma de sección transversal circular. Un eje 5 común del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y de los tramos de árbol 3, 4 de menor sección transversal forma el eje del árbol cardán 1. Las articulaciones que han de preverse en los dos extremos del árbol cardán 1 no se muestran en las figuras por motivos de claridad.

25

Entre el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y el tramo de árbol 3 de menor sección transversal está prevista un área de transición 6 anular con una pared de área 7. La pared de área 7 está curvada hacia el interior del árbol cardán 1 y está compuesta por tramos de pared 8, 9 cónicas y un tramo de pared 10 cóncavo que los une.

30

Al tramo de pared 8 cónico del área de transición 6 le sigue una ampliación de la sección transversal 11 con forma de cilindro hueco del tramo de árbol 3 de menor sección transversal. La ampliación de la sección transversal 11 del tramo de árbol 3 de menor sección transversal posee un diámetro exterior d , que es menor que el diámetro interior D del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal. La relación $d:D$ asciende a al menos 0,715 y a como máximo 0,958.

35

A la ampliación de la sección transversal 11 le sigue en la dirección longitudinal del árbol cardán 1 hacia su extremo libre una longitud restante 12 del tramo de árbol 3 de menor sección transversal con diámetro reducido con respecto a la ampliación de la sección transversal 11.

40

Por el lado opuesto del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal, el tramo de árbol 4 de menor sección transversal está unido con el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal a través de un área de transición 13 cónica.

45

En la figura 1, se indica en línea de trazos y puntos una pieza bruta de árbol 14 realizada como tubo cilíndrico, a partir de la cual se produce el árbol cardán 1. La pieza bruta de árbol 14 está compuesta de un material metálico deformable plásticamente, en el caso del ejemplo representado, de acero mejorado de la calidad C22E. La pared de la pieza bruta de árbol 14 posee un grosor de 1,5 mm y el diámetro exterior de la pieza bruta de árbol 14 asciende a 75 mm.

50

Para la producción del árbol cardán 1, la pieza bruta de árbol 14 se somete primero a un procesamiento de rodadura entre discos planos. Mediante la rodadura entre discos planos del área en cuestión de la pieza bruta de árbol 14, el tramo de pared 10 cóncavo de la posterior área de transición 6 se conforma en la pared de la pieza bruta de árbol 14 entre el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y el tramo de árbol 3 de menor sección transversal. Mediante la rodadura entre discos planos, el grosor de la pared de la pieza bruta de árbol 14 se reduce en el área del tramo de pared 10 cóncavo de la posterior área de transición 6 de 1,5 mm a 1,3 mm.

55

La pieza bruta de árbol 14 procesada de este modo es reducida en su sección por movimiento rotatorio en la siguiente fase del procedimiento para la fabricación del árbol cardán 1 en el procedimiento de avance. A este respecto, el diámetro de la pieza bruta de árbol 14 se reduce a ambos lados del posterior tramo de árbol 2 de mayor sección transversal, en cada caso con un área de transición cónica de 75 mm a 60 mm. En el extremo derecho en la figura 1 de la pieza bruta de árbol 14, se crean el tramo de árbol 4 de menor sección transversal y el área de transición 13 cónica. En el extremo izquierdo en la figura 1, la pieza bruta de árbol 14 es conformada en un cilindro hueco de diámetro reducido y un área de transición cónica con los tramos de pared 8, 10 cónicos y el tramo de

60

65

pared 10 cóncavo dispuesto entre éstos. A través de esta área de transición cónica, el cilindro hueco de diámetro reducido está empalmado al tramo de la pieza bruta de árbol 14 que forma ahora el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal. Con el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal, un tramo de la pieza bruta de árbol 14 se conserva en su forma no procesada.

5 El cilindro hueco de diámetro reducido y el área de transición cónica que lo une con el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal en el lado izquierdo en la figura 1 del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal son conformados ahora en otra operación mediante la reducción de su sección por movimiento rotatorio por punzonamiento. A este respecto, del cilindro hueco de diámetro reducido creado anteriormente se conserva la longitud restante 12 del tramo de árbol 3 de menor sección transversal. El cilindro hueco de diámetro reducido restante es conformado formándose la ampliación de la sección transversal 11, la forma que se observa en la figura 1 es estampada al área de transición cónica entre el cilindro hueco de diámetro reducido y el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal. El árbol cardán 1 se encuentra ahora en el estado inicial de acuerdo con la figura 1.

15 En las figuras 2 a 5, se ilustra el comportamiento del árbol cardán 1 sometido a una carga axial tal y como ésta puede actuar sobre el árbol cardán 1 en el caso de choque, por ejemplo, en el caso de impacto del turismo equipado con el árbol cardán 1 contra un obstáculo.

20 Bajo el efecto de una fuerza longitudinal F indicada en la figura 2 y actuante en la dirección longitudinal del árbol cardán 1, se comprime el árbol cardán 1. El tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y el tramo de árbol 3 de menor sección transversal se mueven en dirección opuesta entre sí desde el estado inicial de acuerdo con la figura 1 en la dirección longitudinal del árbol cardán 1 como consecuencia de la fuerza longitudinal F .

25 En la primera fase del movimiento relativo del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y del tramo de árbol 3 de menor sección transversal, se produce la deformación de la pared de área 7 del área de transición 6 prevista entre el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y la sección transversal de árbol 3 de menor sección transversal. A este respecto, el tramo de pared 9 cónico del área de transición 6 se abomba hacia fuera, el tramo de pared 10 cóncavo del área de transición 6 permanece curvado hacia el interior del árbol cardán 1, y el tramo de pared 8 cónico del área de transición 6 mantiene esencialmente su orientación original con respecto a la ampliación de la sección transversal 11 del tramo de árbol 3 de menor sección transversal. Con ello, se obtienen las condiciones de acuerdo con la figura 2.

35 Con la continuación del movimiento relativo del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y del tramo de árbol 3 de menor sección transversal, el tramo de árbol 3 de menor sección transversal es introducido en el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal bajo la acción de la fuerza longitudinal F . A ello le acompaña un pliegue con forma de S de la pared de área 7 del área de transición 6 entre el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y el tramo de árbol 3 de menor sección transversal. El tramo de árbol 2 de mayor sección transversal se superpone al tramo de árbol 3 de menor sección transversal, que con el extremo adelantado de la ampliación de la sección transversal 11 solapa primero levemente con el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal en la dirección longitudinal del árbol cardán 1 (figura 3).

45 Como consecuencia del movimiento relativo del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y del tramo de árbol 3 de menor sección transversal en la dirección longitudinal del árbol cardán 1, se produce finalmente la rotura de la pared de área 7 del área de transición 6 (figuras 4a, 4b). A este respecto, el punto de rotura (teórico) se encuentra en el área del tramo de pared 10 cóncavo de grosor de pared reducido del área de transición 6.

50 Mediante la deformación de la pared de área 7 del área de transición 6 entre el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal y el tramo de árbol 3 de menor sección transversal hasta llegar al límite de rotura, la energía del impacto provocada por el choque se transforma en energía de deformación y de este modo es absorbida por el árbol cardán 1.

55 Tras la rotura de la pared de área 7 del área de transición 6, el tramo de árbol 3 de menor sección transversal es introducido en el interior del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal a través de toda su longitud que actúa como longitud de inserción a lo largo del eje 5 del árbol cardán 1. Durante este movimiento de inserción, el tramo de árbol 3 de menor sección transversal es guiado junto al lado interior del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal mediante la ampliación de la sección transversal 11 que se extiende por una longitud parcial de la longitud de inserción. Como consecuencia del sobredimensionamiento del diámetro interior D del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal con respecto al diámetro exterior d de la ampliación de la sección transversal 11 del tramo de árbol 3 de menor sección transversal, el tramo de árbol 3 de menor sección transversal puede colocarse a este respecto oblicuamente en cierta medida, es decir, puede orientarse formando un pequeño ángulo agudo con respecto al eje 5 del árbol cardán 1; no obstante, la posible posición oblicua del tramo de árbol 3 de menor sección transversal está limitada como consecuencia de la relación entre diámetros $d:D$, por lo que no impide que el tramo de árbol 3 de menor sección transversal se introduzca por completo en el tramo de árbol 2 de mayor sección transversal. De hecho, se obtiene una guía del tramo de árbol 3 de menor sección transversal con holgura en la dirección transversal del eje 5 del árbol cardán 1 si el tramo de árbol 3 de menor sección transversal es introducido en el interior del tramo de árbol 2 de mayor sección transversal por su longitud de inserción, en el caso del ejemplo

representado, por toda su longitud.

REIVINDICACIONES

1. Árbol de transmisión para automóviles, con tramos de árbol consecutivos en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, de los cuales un tramo de árbol está realizado como tramo de árbol (2) tubular de mayor sección transversal y otro tramo de árbol está realizado como tramo de árbol (3) de menor sección transversal,

- donde, en el estado inicial del árbol de transmisión, el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal está dispuesto junto a un lado y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal está dispuesto junto al otro lado de un área de transición (6) anular del árbol de transmisión, y el área de transición (6) presenta una pared de área (7) que une entre sí el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal,

- donde, bajo la acción de una fuerza longitudinal que comprime el árbol de transmisión desde el estado inicial y que actúa en la dirección longitudinal del árbol de transmisión sobre el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y/o sobre el tramo de árbol (3) de menor sección transversal, el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal son móviles de manera relativa entre sí en la dirección longitudinal del árbol de transmisión y la pared de área (7) del área de transición (6) conforma un punto de deformación controlada y/o de rotura controlada entre el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal,

- donde el tramo de árbol (3) de menor sección transversal presenta una longitud de inserción, dispuesta durante el estado inicial del árbol de transmisión fuera del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y que se extiende en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, con la cual, al comprimirse el árbol de transmisión deformándose y/o rompiéndose la pared de área (7) del área de transición (6) dispuesta entre el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal, el tramo de árbol (3) de menor sección transversal es introducible en el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal,

caracterizado por que la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal está provista por una longitud parcial de la longitud de inserción de una ampliación de la sección transversal (11), conformada en el tramo de árbol (3) de menor sección transversal, cuya sección transversal es mayor que la sección transversal de la longitud restante (12) de la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal, que en el estado inicial del árbol de transmisión se extiende en la dirección longitudinal del árbol de transmisión por el lado de la ampliación de la sección transversal (11) que dista del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal, donde, durante el movimiento relativo, realizado al comprimirse el árbol de transmisión, del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y del tramo de árbol (3) de menor sección transversal, el tramo de árbol (3) de menor sección transversal está conducido en la dirección del movimiento en el interior del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal mediante la ampliación de la sección transversal (11) conformada por la longitud parcial de la longitud de inserción en el tramo de árbol (3) de menor sección transversal.

2. Árbol de transmisión según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el tramo de árbol (3) de menor sección transversal está realizado de manera tubular al menos en el área de la ampliación de la sección transversal (11) de la longitud de inserción y presenta una pared de tramo, que se extiende en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, en la que está conformada la ampliación de la sección transversal (11) de la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal.

3. Árbol de transmisión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pared de área (7) del área de transición (6) está curvada hacia el interior del árbol de transmisión entre el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal en el estado inicial del árbol de transmisión.

4. Árbol de transmisión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal presenta una sección transversal circular con un diámetro interior (D) y la ampliación de la sección transversal (11) de la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal presenta una sección transversal circular con un diámetro exterior (d) y por que la relación diámetro exterior (d) de la ampliación de la sección transversal (11) de la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal con respecto al diámetro interior (D) del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal asciende al menos a 0,715 y como máximo a 0,958.

5. Árbol de transmisión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el árbol de transmisión está realizado como árbol articulado, en particular, como árbol cardán (1).

6. Procedimiento para la fabricación de un árbol de transmisión para automóviles, en cuyo marco se conforma una pieza bruta de árbol (14) tubular deformable plásticamente mediante la realización de un tramo de árbol (2) de mayor sección transversal, de un tramo de árbol (3) de menor sección transversal, que en un estado inicial del árbol de transmisión sigue en la dirección longitudinal del árbol de transmisión al tramo de árbol (2) de mayor sección transversal, y de un área de transición (6) prevista entre el tramo de árbol de mayor sección transversal y el tramo de árbol de menor sección transversal,

- donde el área de transición (6) es producida con una pared de área (7) que une entre sí el tramo de árbol (2) de

mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal, la cual conforma un punto de deformación controlada y/o de rotura controlada bajo la acción de una fuerza longitudinal que comprime el árbol de transmisión desde el estado inicial y que actúa en la dirección longitudinal del árbol de transmisión sobre el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y/o sobre el tramo de árbol (3) de menor sección transversal,

5 • donde el tramo de árbol (3) de menor sección transversal es producido con una longitud de inserción, que se extiende en la dirección longitudinal del árbol de transmisión, la cual está dispuesta durante el estado inicial del árbol de transmisión fuera del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y con la cual el tramo de árbol (3) de menor sección transversal es introducible en el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal durante un movimiento que realicen de manera relativa entre sí en la dirección longitudinal del árbol de transmisión el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal al comprimirse el árbol de transmisión deformándose y/o rompiéndose la pared de área (7) del área de transición (6) dispuesta entre el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal,

15 **caracterizado por que** en el tramo de árbol (3) de menor sección transversal se conforma por una longitud parcial de la longitud de inserción una ampliación de la sección transversal (11) cuya sección transversal es mayor que la sección transversal de la longitud restante (12) de la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal, que en el estado inicial del árbol de transmisión se extiende en la dirección longitudinal del árbol de transmisión por el lado de la ampliación de la sección transversal (11) que dista del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal, donde la ampliación de la sección transversal (11) se conforma por la longitud parcial de la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal de tal modo que la ampliación de la sección transversal (11) conduce en la dirección del movimiento en el interior del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal el tramo de árbol (3) de menor sección transversal durante el movimiento relativo, realizado al comprimirse el árbol de transmisión, del tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y del tramo de árbol (3) de menor sección transversal.

25 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la ampliación de la sección transversal (11) de la longitud parcial de la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal es conformada en el tramo de árbol (3) de menor sección transversal simultáneamente a la producción del tramo de árbol (3) restante de menor sección transversal y/o simultáneamente a la producción del área de transición (6) entre el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal.

35 8. Procedimiento según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, **caracterizado por que** el tramo de árbol (3) de menor sección transversal y/o la ampliación de la sección transversal (11) de la longitud parcial de la longitud de inserción del tramo de árbol (3) de menor sección transversal es o son producidos mediante la reducción de sección por movimiento rotatorio de la pieza bruta de árbol (14) tubular.

40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** el área de transición (6) es producida entre el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal con la pared de área (7) que une entre sí el tramo de árbol (2) de mayor sección transversal y el tramo de árbol (3) de menor sección transversal mediante rodamiento entre discos planos del área en cuestión de la pieza bruta de árbol (14) tubular.

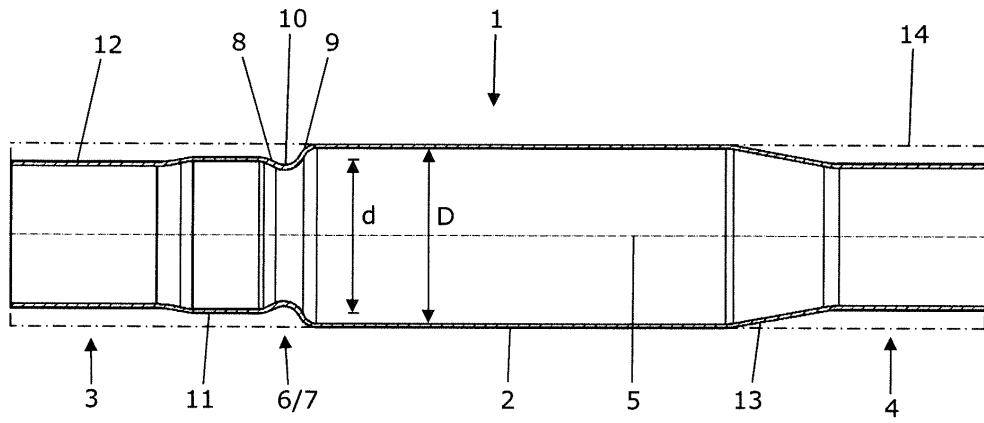


Fig. 1

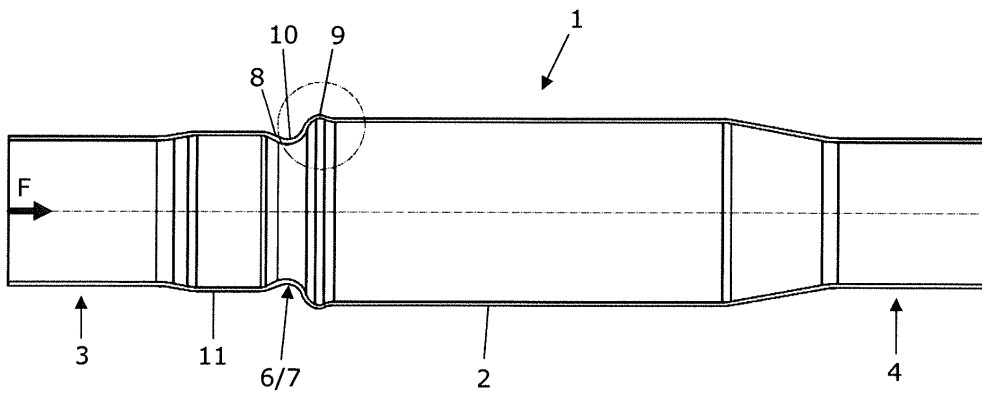


Fig. 2

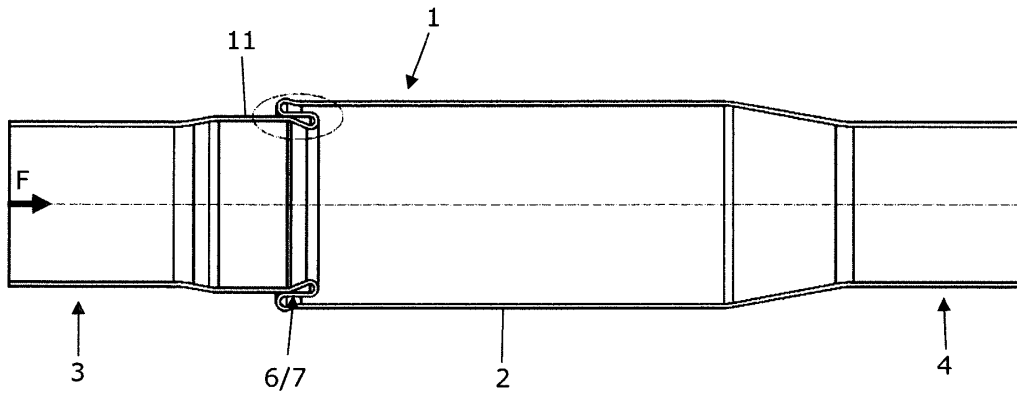


Fig. 3

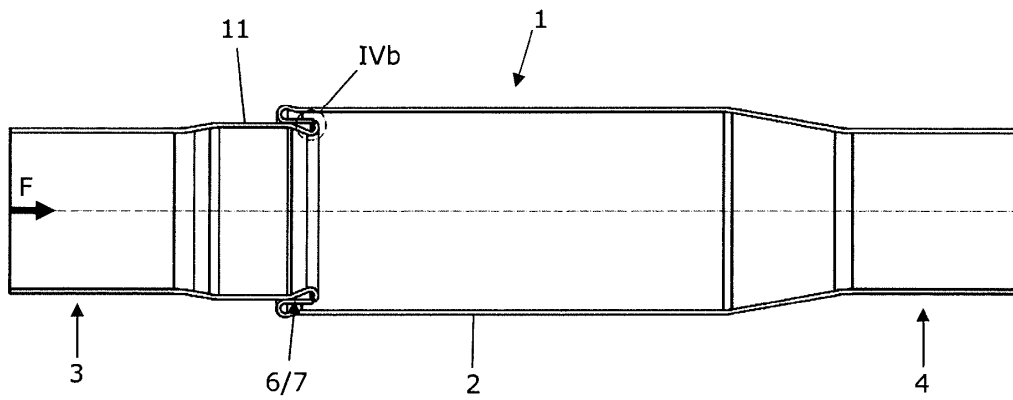


Fig. 4a

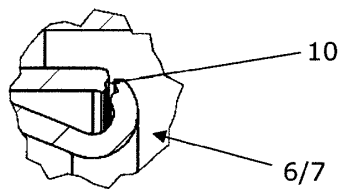


Fig. 4b

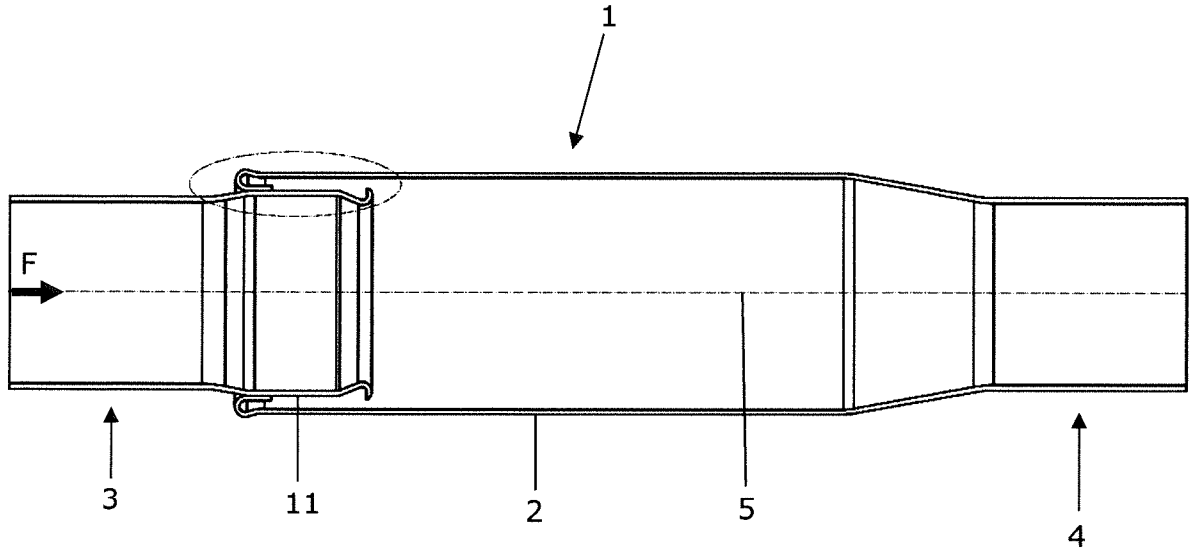


Fig. 5