

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 381**

51 Int. Cl.:
B60G 21/05 (2006.01)
B60G 9/00 (2006.01)
B60B 35/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08841212 .7**
96 Fecha de presentación: **27.10.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2212134**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2010**

54 Título: **CONJUNTO DE EJE PARA UN VEHÍCULO UTILITARIO Y PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE UN CONJUNTO DE EJE DE ESTE TIPO.**

30 Prioridad:
27.10.2007 DE 102007051501

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.11.2011

73 Titular/es:
SCHMITZ CARGOBULL AG
SIEMENSSTRA&SZLIG;E 50
48341 ALTENBERGE, DE

72 Inventor/es:
SCHMITZ, Peter y
EBERT, Jörg

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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).

ES 2 369 381 T3

DESCRIPCIÓN

Conjunto de eje para un vehículo utilitario y procedimiento para la fabricación de un conjunto de eje de este tipo

La invención se refiere a un conjunto de eje para un eje no accionado de un vehículo utilitario con un eje fabricado a partir de un primer material metálico y con al menos un brazo oscilante longitudinal fabricado a partir de un segundo material metálico que presenta una sección de unión con un alojamiento, en el que se asienta el eje con una sección hueca de acoplamiento de modo que el eje y el brazo oscilante longitudinal quedan unidos entre sí de manera resistente al giro. Los conjuntos de eje de este tipo se usan, por ejemplo, en remolques o semirremolques de camiones y tractores de semirremolque.

Se conoce un gran número de este tipo de construcciones de eje identificadas también como "ejes rígidos". Usualmente comprenden un brazo oscilante longitudinal que en un extremo está acoplado de manera pivotante al chasis del vehículo mediante una articulación adecuada y en el otro lado está apoyado en el vehículo mediante una combinación de muelle/amortiguador. Esto posibilita un apoyo elástico simple de un eje que cumple los requisitos establecidos hasta el momento, por ejemplo, en el caso de los remolques o semirremolques de camiones. El comportamiento durante la marcha de conjuntos de eje del tipo en cuestión se puede mejorar al diseñarse el eje de manera flexible a la torsión al menos por secciones, de modo que los movimientos de los brazos oscilantes longitudinales, que soportan el eje, quedan desacoplados más fuertemente entre sí.

Como se resume en los documentos EP 0 830 959 B1 o DE 10 2006 009 441 A1, la unión entre los brazos oscilantes longitudinales y el eje soportado por estos se lleva a cabo en el estado de la técnica, por ejemplo, mediante apriete, atornillado o soldadura. Los brazos oscilantes longitudinales se fabrican usualmente en acero fundido, mientras que los ejes están fabricados, por el contrario, como perfiles a partir de un material de acero.

La desventaja de las construcciones conocidas de eje, que se explican arriba, es que requieren por lo general un alto costo de material y fabricación para que su apoyo en los brazos oscilantes longitudinales pueda absorber con suficiente seguridad las altas cargas originadas en la práctica.

Otro conjunto de eje del tipo indicado arriba se conoce del documento EP 0 713 791 B1 de tipo genérico. En una primera variante del conjunto de eje descrito en esta publicación se usa un brazo oscilante longitudinal configurado como perfil hueco de aluminio y cerrado en sus extremos. En un extremo se configura mediante un procedimiento de conformado, denominado también "hydroforming" (hidroconformado), un elemento de cabeza que se provee a continuación de un orificio de paso orientado en transversal respecto a la extensión longitudinal del soporte longitudinal.

Para el hidroconformado del tipo descrito en el documento EP 0 713 791 B1, el componente hueco, que se va a deformar, se coloca en una matriz que reproduce la forma deseada del componente y se somete después a un líquido incompresible a alta presión. El material del brazo oscilante longitudinal comienza a fluir a continuación hasta quedar en contacto con las superficies interiores de la matriz. Por tanto, es posible configurar con una alta precisión en perfiles prefabricados elementos moldeados necesarios para la función posterior del componente que se va a fabricar respectivamente.

En el estado de la técnica descrito en el documento EP 0 713 791 B1, a fin de realizar el orificio de paso en el elemento de cabeza del brazo oscilante longitudinal producido mediante hidroconformado, el material de pared, existente en la zona prevista para esto, del brazo oscilante longitudinal se elimina mediante un procedimiento con arranque de virutas. La forma de la sección transversal del orificio es diferente aquí a la forma circular. A través del orificio del soporte longitudinal se encaja a continuación un eje, cuyas dimensiones exteriores están adaptadas a la forma del orificio del soporte longitudinal de tal modo que el eje se sitúa después de la inserción por arrastre de forma y de manera resistente al giro en el orificio del soporte longitudinal.

Según el documento EP 0 713 791 B1, el cierre por arrastre de forma entre el eje y el soporte longitudinal se puede optimizar al comprimirse a continuación el elemento de cabeza mediante una herramienta de apriete que actúa desde el exterior. Para este fin sirve también la propuesta del documento EP 0 713 791 B1 de ensanchar el eje situado en el brazo oscilante longitudinal mediante hidroconformado.

Asimismo, según el documento EP 0 713 791 B1 es posible asegurar la unión resistente al giro entre el soporte longitudinal y el eje al unirse estos entre sí mediante pegado o soldadura adicionalmente por arrastre de material o mediante procedimientos mecánicos, como el clinchado, adicionalmente por arrastre de fuerza y forma.

Por último, según el documento EP 0 713 791 B1, las secciones extremas del eje sobresalientes de forma libre respectivamente del soporte longitudinal se pueden moldear en cada caso al poderse usar para la conexión de una placa de soporte de rueda o como alojamiento de una articulación de caucho de una suspensión.

Las variantes del estado de la técnica descrito en el documento EP 0 713 791 B1 en las que se usa el hidroconformado, parten respectivamente de ejes y soportes longitudinales fabricados como perfiles extruidos a partir de un material de aluminio con la composición indicada asimismo en el documento EP 0 713 791 B1. Según una variante adicional del estado de la técnica descrito en el documento EP 0 713 791 B1 está previsto prefabricar el

brazo oscilante longitudinal como elemento fundido, en el que ya está configurado un alojamiento, diferente de la forma circular, para el eje. El eje moldeado de manera correspondiente se encaja a continuación en el alojamiento del brazo oscilante longitudinal. Mediante la forma de la sección transversal, diferente de la forma circular, del eje y del alojamiento del brazo oscilante longitudinal se garantiza aquí una sujeción del eje resistente a la torsión en el alojamiento. La unión real entre el brazo oscilante longitudinal y el eje se lleva a cabo según el documento EP 0 713 791 B1 mediante pegado, soldadura o contracción.

La ventaja de las distintas variantes de configuración de un conjunto de eje, conocidas del documento EP 0 713 791 B1, es que en éstas es posible de manera relativamente simple moldear y fijar el eje de tal modo que, por una parte, tiene una sección central flexible a la torsión que se puede usar como un muelle de torsión, aunque, por la otra parte, está sujetado con seguridad en los brazos oscilantes longitudinales mediante sus secciones de acoplamiento asignadas en cada caso a los brazos oscilantes longitudinales.

A estas ventajas se opone la desventaja de que a pesar de usarse las técnicas modernas de fabricación, como el hidroconformado, resulta costosa la fabricación del conjunto conocido. Además, un conjunto de eje fabricado según el documento EP 0 713 791 B1 no es adecuado para absorber con suficiente seguridad las cargas originadas durante el uso práctico de un vehículo utilitario.

Teniendo en cuenta los antecedentes del estado de la técnica explicado arriba, la invención tiene el objetivo de crear un conjunto de eje y un procedimiento para su fabricación, que se pueda fabricar de manera económica y en el que se garantice de manera simple una unión con un funcionamiento óptimamente seguro entre los componentes individuales "brazo oscilante longitudinal" y "eje".

En relación con el conjunto de eje, este objetivo se consigue según la invención al estar configurado según la reivindicación 1. En la reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 aparecen configuraciones ventajosas de un conjunto de eje según la invención.

En relación con el procedimiento, el objetivo mencionado arriba se consigue según la invención al realizarse las etapas de trabajo indicadas en la reivindicación 9 para la fabricación de un conjunto de eje configurado según la invención.

Un conjunto de eje según la invención comprende de acuerdo con el nivel de la técnica explicado al inicio un eje fabricado a partir de un primer material metálico, en especial un material de acero, y al menos un brazo oscilante longitudinal fabricado a partir de un segundo material metálico, en especial hierro fundido.

El brazo oscilante longitudinal de un conjunto de eje según la invención presenta una sección de unión, en la que está moldeado un alojamiento. En este alojamiento asienta el eje con una sección de acoplamiento configurada de manera hueca.

El alojamiento moldeado en la sección de unión del brazo oscilante longitudinal está configurado aquí de modo que la sección de unión rodea la sección de acoplamiento del eje al menos de manera que el eje queda sujetado con seguridad en el alojamiento. Una sujeción especialmente segura se puede garantizar aquí al estar configurado el alojamiento como orificio, en el que asienta el eje y que rodea completamente la sección de acoplamiento.

Además, en un conjunto de eje según la invención, el eje y el brazo oscilante longitudinal están unidos entre sí de manera resistente al giro al menos por arrastre de fuerza. A tal efecto, los materiales, con los que están fabricadas la sección de unión del brazo oscilante longitudinal y la sección de acoplamiento del eje, están ajustados entre sí según la invención de modo que se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

a) El módulo de elasticidad E del material metálico, con el que está hecha la sección de unión del brazo oscilante longitudinal, es menor que el módulo de elasticidad E del material metálico de la sección de acoplamiento, rodeada por ésta, del eje.

b) La resistencia a la rotura R_m del material metálico de la sección de unión del brazo oscilante longitudinal es mayor que la resistencia a la rotura R_m del material metálico de la sección de acoplamiento del eje.

c) El límite de fluencia R_{es} o en su lugar, si el respectivo material metálico de la sección de unión no presenta un límite marcado de fluencia, el límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material metálico, a partir del que está moldeada la sección de unión del brazo oscilante longitudinal, es mayor que el límite de fluencia R_{es} o el límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material metálico con el que está hecha la sección de acoplamiento, rodeada por ésta, del eje.

Cada una de las condiciones a) - c) mencionadas arriba se puede cumplir de forma alternativa o complementaria, es decir, por separado o en combinación con al menos otra de estas condiciones respectivamente a) - c). Por límite de fluencia R_{es} se entiende aquí, como es usual, aquella tensión a partir de la que se inicia la fluencia del respectivo material metálico, sin tener que seguir aumentando la tensión existente. En el caso del límite de alargamiento $R_{p0,2}$ se trata de aquella tensión mecánica (de un eje), a partir de la que el alargamiento permanente, respecto a la longitud inicial de la probeta, es de 0,2% después de eliminarse la carga.

Sólo la diferencia de la deformabilidad elástica del soporte longitudinal y del soporte de eje, que está predefinida según la invención y existe al menos en la zona de su unión, permite unir entre sí solamente por arrastre de fuerza el eje y el brazo oscilante longitudinal de un conjunto de eje de manera tan resistente que la unión puede absorber con la seguridad necesaria las cargas originadas en la práctica. Al ser el límite de fluencia o el límite de alargamiento de la sección exterior de unión del soporte longitudinal mayor que el límite de fluencia o el límite de alargamiento de la sección interior de acoplamiento del eje y/o al ser el módulo de elasticidad del material metálico, con el que está hecha al menos la sección de unión del brazo oscilante longitudinal, menor que el módulo de elasticidad del material metálico, con el que está hecha la sección tubular del eje rodeada por la sección de unión del brazo oscilante longitudinal y/o al ser la resistencia a la rotura R_m del material de la sección de unión del brazo oscilante longitudinal mayor que la resistencia a la rotura R_m de la sección de acoplamiento, rodeada por ésta, del eje, la sección de unión se puede encontrar aún en el intervalo de su deformabilidad elástica después de un ensanchamiento en el estado sin carga, de modo que la sección de unión ejerce una fuerza elástica de retroceso sobre la sección de acoplamiento, rodeada por ésta, del eje.

Teniendo en cuenta esta relación, el brazo oscilante longitudinal se encuentra en un conjunto de eje según la invención bajo una tensión elástica al menos en la zona de su sección de unión debido a una operación de conformado, mientras que el eje está deformado plásticamente en mayor medida de manera permanente mediante un ensanchamiento al menos en la zona de su sección de acoplamiento rodeada por el brazo oscilante longitudinal.

Por consiguiente, en un conjunto de eje según la invención, la unión entre el brazo oscilante longitudinal y el eje está realizada en primer lugar al estar deformado permanentemente el eje al menos en la zona de su sección de acoplamiento hasta el intervalo plástico, mientras que la sección de unión del brazo oscilante longitudinal, que rodea la sección de acoplamiento, está deformada en todo caso de manera semiplástica, o sea, en la sección de unión existe aún una fuerza elástica de retroceso, mediante la que se origina una presión entre la superficie exterior de la sección de acoplamiento del eje y la superficie interior del alojamiento del brazo oscilante longitudinal. Como resultado de esto se produce un cierre por arrastre de fuerza entre la periferia interior de la sección de unión del brazo oscilante longitudinal y la sección contigua de acoplamiento del eje, de modo que mediante la unión por arrastre de fuerza realizada según la invención se transmite con seguridad el par de torsión, originado en el uso práctico del eje, al brazo oscilante longitudinal.

La fabricación de un conjunto de eje según la invención se puede llevar a cabo de manera especialmente simple. A tal efecto, se ponen a disposición primero un eje que presenta al menos una sección de acoplamiento hueca y accesible desde el exterior y un brazo oscilante longitudinal que presenta un alojamiento para la sección de acoplamiento del eje, estando dimensionado el diámetro interior del alojamiento en relación con las dimensiones exteriores de la sección de acoplamiento del eje de modo que la sección de acoplamiento del eje se puede introducir con holgura en el alojamiento. Simultáneamente, las propiedades de los materiales metálicos con los que están hechas la sección de unión del brazo oscilante longitudinal y la sección de acoplamiento del eje, están ajustadas entre sí según la invención, de la forma ya explicada, de modo que el módulo de elasticidad de la sección de unión es menor que el módulo de elasticidad de la sección de acoplamiento y/o la resistencia a la rotura de la sección de unión es mayor que la resistencia a la rotura de la sección de acoplamiento rodeada por ésta en el estado unido y/o el límite de fluencia R_{es} o, si el respectivo material metálico no presenta un límite marcado de fluencia, el límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material metálico, con el que está hecha la sección de unión del brazo oscilante longitudinal, es mayor que el límite de fluencia R_{es} o el límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material metálico de la sección de acoplamiento, rodeada por ésta, del eje.

El eje, puesto a disposición de este modo, se ensambla a continuación con el brazo oscilante longitudinal de modo que la sección de acoplamiento del eje queda situada en el alojamiento del brazo oscilante longitudinal.

A continuación, la sección de acoplamiento del eje se ensancha hasta que queda cerrada la hendidura de ensamblaje entre la superficie interior del alojamiento del brazo oscilante longitudinal y la superficie exterior de la sección de acoplamiento del eje. Mediante la anchura de la hendidura de ensamblaje o la holgura existente después del ensamblaje entre el brazo oscilante longitudinal y el eje se puede predefinir aquí el valor, en el que se deforma la sección de acoplamiento antes de ensancharse también el brazo oscilante longitudinal. De este modo se puede garantizar que la deformación de la sección de acoplamiento avance respectivamente durante el ensanchamiento de tal modo que se obtiene el intervalo plástico con seguridad.

El ensanchamiento de la sección de acoplamiento del eje continúa hasta que la sección de unión del brazo oscilante longitudinal queda deformada elásticamente después de eliminarse la carga y la sección de acoplamiento del eje queda deformada plásticamente de manera permanente, de modo que la sección de unión está bajo una tensión elástica que provoca una unión por arrastre de fuerza entre el brazo oscilante longitudinal y el eje.

Una fuerza máxima de retroceso en la sección de unión del brazo oscilante longitudinal se obtiene si la sección de unión se alarga durante el ensanchamiento de tal modo que las tensiones imperantes en la sección de unión se encuentran en el intervalo de su respectivo límite de fluencia o alargamiento. Una deformación de la sección de unión, situada en el intervalo semiplástico, es aceptable siempre que se garantice una recuperación elástica suficiente de diferencia para un cierre por arrastre de fuerza entre el brazo oscilante longitudinal y el eje. En cada caso es esencial que la recuperación elástica de la sección de acoplamiento del eje sea menor respectivamente que

la recuperación elástica de la sección de unión del brazo oscilante longitudinal que rodea la sección de acoplamiento.

La seguridad de la unión, según la invención, del brazo oscilante longitudinal y del eje se puede seguir aumentando si, de manera adicional a la unión por arrastre de fuerza, el brazo oscilante longitudinal y el eje están unidos entre sí por arrastre de forma al interactuar un elemento moldeado del eje por arrastre de forma con un elemento moldeado, conformado de manera correspondiente, del brazo oscilante longitudinal. En aquellos conjuntos de eje según la invención, en los que el brazo oscilante longitudinal está hecho de un material deformable en frío en todo caso de manera limitada, por ejemplo, hierro fundido, y al menos la sección de acoplamiento del eje está hecha de un material con una mejor deformabilidad, por ejemplo, acero, esto se puede llevar a la práctica, por ejemplo, al ser el elemento moldeado del eje un resalto dirigido hacia afuera en dirección radial y al ser el elemento moldeado, conformado de manera correspondiente, del brazo oscilante longitudinal una entalladura, en la que engrana por arrastre de forma el resalto del eje.

Una unión por arrastre de forma, configurada de este modo, se puede crear en la práctica al moldearse una entalladura en la superficie interior del alojamiento del brazo oscilante longitudinal cuando se prefabrica el brazo oscilante longitudinal. Después de ensamblarse el brazo oscilante longitudinal y el eje, en la sección de acoplamiento del eje se produce un resalto que engrana en esta entalladura.

El resalto se puede producir en la práctica mediante una operación de conformado en frío realizada después del ensamblaje. A tal efecto, se usa una herramienta en forma de punzón en la sección hueca de acoplamiento, que se introduce en la sección de acoplamiento y actúa desde el espacio interior, delimitado por la sección de acoplamiento, en dirección radial contra la pared exterior de la sección de acoplamiento del eje. La entalladura de la sección de unión del brazo oscilante longitudinal sirve aquí como matriz, de modo que se garantiza automáticamente que el resalto engrane por arrastre de forma y esencialmente sin holgura en la entalladura después de finalizar la operación de deformación.

El resalto se produce prácticamente antes de ensancharse la sección de acoplamiento del eje. Al realizarse a continuación el ensanchamiento se optimiza adicionalmente el asiento del resalto en el alojamiento del brazo oscilante longitudinal. En función de la técnica disponible en la instalación, puede resultar conveniente también respecto a una minimización de los tiempos de mecanizado que la producción del resalto y el ensanchamiento de la sección de acoplamiento se realicen sin interrupciones.

Es posible también alternativamente realizar el ensanchamiento de la sección de acoplamiento del eje de modo que el material del eje se embuta durante el ensanchamiento en la entalladura del brazo oscilante longitudinal y garantice así la unión por arrastre de forma segura contra la torsión.

El resalto puede absorber especialmente bien las cargas originadas en la práctica, por ejemplo, si la entalladura del brazo oscilante longitudinal está configurada en forma de ranura que está orientada convenientemente en paralelo al eje longitudinal del alojamiento y en la que engrana el resalto del eje en forma de una tuerca de ranura.

Una configuración especialmente económica del conjunto de eje según la invención se caracteriza porque el eje está configurado como perfil hueco en forma de una sola pieza, en especial como tubo de eje. En un perfil hueco de este tipo se puede producir, por ejemplo, también mediante un conformado en frío o un mecanizado mecánico con arranque de virutas, una sección de torsión que es más flexible a la torsión que la sección de acoplamiento del eje. Si en un conjunto de eje según la invención, el eje está soportado por dos brazos oscilantes longitudinales respectivamente, asignados a una de sus secciones extremas, la sección de torsión puede estar dispuesta entre las secciones extremas del eje, como en el estado de la técnica. Debido al diseño flexible a la torsión del eje usado en un conjunto de eje según la invención es posible usar para la suspensión y la amortiguación de los movimientos relativos, originados en el uso práctico, de los brazos oscilantes longitudinales respecto al chasis de componentes, cuyo tamaño constructivo está claramente reducido en comparación con los componentes de este tipo que se necesitan en los conjuntos de eje convencionales.

En un conjunto de eje según la invención no hay que disponer en la zona de unión entre el brazo oscilante longitudinal y el eje ningún componente adicional, como abrazaderas, uniones atornilladas o similares. Esto ya provoca una reducción considerable del espacio constructivo necesario para un conjunto de eje según la invención. Además, en el caso del conjunto de eje según la invención no hay que realizar trabajos de soldadura en el eje o en el brazo oscilante longitudinal, que podrían debilitar el brazo oscilante longitudinal o el eje. Se obtienen más bien relaciones favorables de presión al transmitirse las fuerzas necesarias para unir el eje y el brazo oscilante longitudinal en las superficies de contacto relativamente grandes entre estos dos componentes. Todo esto permite minimizar en total los espesores de pared en la zona de la sección de unión del brazo oscilante longitudinal y el espesor de pared del tubo de eje. Como resultado, un conjunto de eje según la invención ocupa, por tanto, sólo un espacio muy pequeño especialmente en dirección de pivotado del brazo oscilante longitudinal. Esto permite, por ejemplo, reducir el espacio libre existente por debajo del respectivo vehículo a favor del espacio útil de carga del respectivo vehículo de transporte.

Los ensayos prácticos han demostrado que en caso de que al menos la sección de acoplamiento del eje esté

fabricada de un material convencional de acero, por ejemplo, un acero convencional de construcción, como un tipo de acero normalizado según la norma EN-10025, mientras que el brazo oscilante longitudinal está hecho de hierro fundido, en especial fundición esferoidal (hierro fundido con grafito esférico, "GJS"), ya se garantiza una capacidad suficiente de absorción de carga por parte del eje y del brazo oscilante longitudinal con un espesor de pared del eje de tubo menor que 12 mm, en especial 8 mm.

Un conjunto de eje según la invención se puede fabricar de manera especialmente económica si el brazo oscilante longitudinal está fabricado de un material metálico fundido, como ya se mencionó. Esto es válido en especial si el brazo oscilante longitudinal está configurado en forma de una sola pieza. A este respecto, para la fabricación económica mediante la técnica de fundición resulta adecuado en especial un material de hierro fundido, obteniéndose combinaciones especialmente buenas de propiedades al usarse la fundición esferoidal.

A fin de apoyar el cierre por arrastre de fuerza entre la sección de unión del brazo oscilante longitudinal y la sección de acoplamiento del eje pueden estar previstas estructuras, que aumentan la fricción, en al menos una de las superficies asignadas entre sí del brazo oscilante longitudinal y del eje. Éstas pueden estar configuradas de modo que mediante las estructuras, que aumentan la fricción, se crea también un cierre por arrastre de forma entre el brazo oscilante longitudinal y el eje de manera adicional al cierre por arrastre de fuerza.

En el brazo oscilante longitudinal, previsto en un conjunto de eje según la invención, puede estar configurada al menos una consola para acoplar un elemento funcional, como un fuelle neumático, un amortiguador de choque, un componente de una instalación de frenado o un componente de un elevador de eje.

Otra configuración de la invención, que provoca un aumento sorprendente de la resistencia de la unión entre el eje y el brazo oscilante longitudinal, se caracteriza porque la unión al menos por arrastre de fuerza entre el brazo oscilante longitudinal y la sección del eje rodeada por éste está dimensionada en el estado nuevo de modo que al usarse el conjunto de eje se produce un movimiento relativo en el intervalo de micrómetros entre el eje y el brazo oscilante longitudinal que genera una abrasión que se deposita en la hendidura de ensamblaje y dificulta a continuación el movimiento relativo. En esta configuración de la invención, la unión por arrastre de fuerza entre el brazo oscilante longitudinal y el eje está diseñada específicamente de modo que a partir del estado nuevo de la unión se produce la llamada "fretting corrosion" (corrosión por fricción) debido a los micromovimientos. Como resultado de esta forma de corrosión se genera abrasión metálica y óxido en la hendidura de ensamblaje. Estas partículas se van acumulando cada vez más en la hendidura de ensamblaje a medida que aumenta el tiempo de servicio, dando lugar a una unión cada vez más resistente entre el brazo oscilante longitudinal y el eje.

Para el ensanchamiento de la sección de acoplamiento del eje resulta adecuado especialmente el conformado a alta presión interior. Es conocido en sí el ensanchamiento de cuerpos cilíndricos con ayuda de una presión interior aplicada mediante líquidos. Mediante el conformado a presión interior se pueden fijar, por ejemplo, elementos funcionales sobre árboles huecos (véase el documento DE 10 2005 007 143 A1).

Si el brazo oscilante longitudinal está fabricado como una pieza mediante la técnica de fundición, en especial hierro fundido, y el conjunto de eje según la invención presenta adicionalmente, además del brazo oscilante longitudinal, un muelle neumático que comprende un fuelle arrollable con un pliegue de desenrollado y un pistón de desenrollado que está soportado por el fuelle arrollable y que al desenrollarse el pliegue de desenrollado se puede mover con un movimiento elevador hacia el interior del fuelle arrollable y hacia afuera de éste en un recorrido limitado de elevación, soportando el pistón de desenrollado en su lado frontal libre, sobresaliente del fuelle arrollable, un cuerpo de encaje, mediante el que éste queda apoyado sobre un brazo de soporte del brazo oscilante longitudinal durante la marcha normal, otra configuración de la invención especialmente ventajosa para la práctica consiste en que el brazo oscilante longitudinal presenta un brazo oscilante transversal, que presenta un cojinete para el apoyo pivotante del brazo oscilante longitudinal en el chasis del vehículo, un alojamiento para un eje del vehículo, así como un brazo de soporte, en el que se está moldeada un entalladura en correspondencia con el cuerpo de encaje del pistón de desenrollado, en la que se encuentra situado el cuerpo de encaje del pistón de desenrollado en la posición normal de marcha del brazo oscilante longitudinal de modo que la entalladura fija el cuerpo de encaje en una dirección orientada en transversal a la dirección de su movimiento elevador, mientras que éste se puede mover libremente en dirección del fuelle arrollable. Por tanto, en esta configuración de un conjunto de eje según la invención no sólo están integrados los elementos moldeados, necesarios en este caso para el funcionamiento del propio brazo oscilante longitudinal, como el brazo oscilante transversal, el brazo de soporte y el alojamiento de eje, sino según la invención también un alojamiento, mediante el que existe una unión por arrastre de forma entre el pistón de desenrollado de la suspensión neumática y el brazo oscilante longitudinal durante la marcha normal. Esta unión está diseñada aquí de modo que el pistón de desenrollado se separa automáticamente del brazo oscilante longitudinal si el brazo oscilante longitudinal se pivota más allá de una posición máxima de descenso del pistón de desenrollado al eliminarse completamente la carga del respectivo eje del vehículo. De este modo se pueden aprovechar las ventajas del principio, conocido básicamente del documento DE 42 03 372 C1, de un acoplamiento de muelle neumático y brazo oscilante longitudinal al existir una cantidad mínima de componentes y, por consiguiente, un costo minimizado de fabricación, sin limitarse para esto el volumen útil del muelle neumático ni necesitarse componentes adicionales, como un cono de centrado, que se ha de fijar en el brazo de soporte del brazo oscilante longitudinal, o similar.

La invención se explica detalladamente a continuación por medio de un dibujo que representa ejemplos de realización. Muestran esquemáticamente en cada caso:

- Fig. 1 un conjunto de eje en una vista en perspectiva;
 - Fig. 2 una sección del conjunto de eje en una vista en corte longitudinal horizontal;
 - 5 Fig. 3 la sección según la figura 1 en vista en planta no cortada;
 - Fig. 4a-4c una representación de las etapas de trabajo realizadas para la fabricación del conjunto de eje representado en las figuras 1 a 3;
 - Fig. 5 un conjunto de eje para un semirremolque de un tractor de semirremolque en vista en perspectiva;
 - Fig. 6 una sección del conjunto de eje en una vista en corte longitudinal vertical;
 - 10 Fig. 7 un brazo oscilante longitudinal, usado en el conjunto de eje, en una vista en corte longitudinal horizontal y
 - Fig. 8a-8d el conjunto de eje durante distintas etapas de su fabricación en una representación en corte en vista fragmentaria en correspondencia con la figura 5.
- El conjunto de eje 1 representado en las figuras 1 a 3 y el conjunto de eje 101 representado en las figuras 5 a 8d son en cada caso parte de un eje no accionado de un semirremolque, no mostrado aquí, para un tractor de semirremolque tampoco mostrado.
- El conjunto de eje 1 comprende un eje 2 configurado como elemento perfilado de eje que puede tener una configuración tubular. En los extremos del eje 2 está colocado respectivamente un brazo oscilante longitudinal 8.
- El eje 2 está fabricado a partir de un perfil hueco de chapa de acero y finaliza en dos secciones extremas de acoplamiento 4, de las que una aparece representada en la figura 2. Las secciones extremas de acoplamiento 4 presentan la forma de un perfil hueco 5 abierto hacia su extremo libre.
- El eje 2, que se extiende de un lado del vehículo al otro, está moldeado en la sección transversal con una forma aproximadamente cuadrada, a diferencia de la sección de acoplamiento 4, y está provisto de formas troqueladas de ranura 6, de modo que está formada una sección de torsión 6a, en la que el respectivo par de resistencia a la torsión es menor que en las secciones de acoplamiento 4 del eje 2. Esta forma del eje 2 permite, por consiguiente, una suspensión giratoria, basada en la torsión del eje 2, de los elementos unidos en el extremo.
- El eje 2 soporta respectivamente en su sección extrema de acoplamiento 4, configurada de forma cilíndrica, un brazo oscilante longitudinal 8, de los que uno aparece representado en las figuras 2 y 3. En la representación en corte según la figura 2 se puede observar que el brazo oscilante longitudinal 8 comprende una sección de unión 9, que está configurada en forma de un casquillo y rodea un alojamiento 9a, con un brazo oscilante transversal 10 fijado aquí y sobresaliente en dirección radial.
- El brazo oscilante longitudinal 8 con sus elementos moldeados, que ya se han descrito o se van a describir, está fabricado como un elemento fundido en forma de una sola pieza mediante el procedimiento de fundición esferoidal, usándose preferentemente como material de fundición el GJS 600. En la zona de ensamblaje se pueden usar también otros tipos de acero o hierro fundido.
- El brazo oscilante transversal 10 finaliza en su extremo libre en un manguito 11 que se ha de sujetar de manera giratoria con un árbol transversal en un caballete de apoyo (no representado). Dos elementos de sujeción 12 provistos de taladros sirven para sujetar un amortiguador de choque (no representado). Además, en el brazo oscilante longitudinal 8 hay un plato de soporte 13 que sirve para el apoyo de un fuelle neumático 16. Además, un soporte de freno 17 está fabricado en forma de una sola pieza con el elemento fundido. El soporte de freno 17 contiene orificios 19 para alojar los elementos deslizantes del freno de disco con pinza flotante (no mostrado).
- Al brazo oscilante longitudinal 8 está unido además mediante una corona roscada 14 un muñón de eje 15, prefabricado por separado, sobre el que se puede montar de manera convencional una rueda rotatoria (no mostrada) mediante un apoyo.
- La sección de unión 9 tiene un alojamiento con una superficie interior 18 que forma una superficie cilíndrica circular. En el alojamiento 9a está insertada de manera resistente al giro la sección extrema de acoplamiento 4, asignada respectivamente, del eje 2. A tal efecto, se ha usado un ensamblaje a alta presión interior, limitado por la presión, como procedimiento de ensamblaje.
- Las tres fases esenciales (estado inicial, proceso de ensamblaje, estado final) del ensamblaje a alta presión interior están representadas en las figuras 4a - 4c.

El diámetro interior del alojamiento 9a del brazo oscilante longitudinal 9 es en el estado no deformado un poco mayor que el diámetro exterior de la sección extrema asignada de acoplamiento 4 del eje 2. La diferencia F entre el diámetro interior mayor del alojamiento 9a y el diámetro exterior menor de la sección de acoplamiento 4 se denomina "holgura de ensamblaje". La sección de acoplamiento 4 puede estar moldeada primero de manera diferente a una superficie cilíndrica, teniéndose que garantizar, no obstante, que en caso de un ensanchamiento se obtenga un cuerpo cilíndrico.

Con una lanza de ensanchamiento 20, como la conocida en sí para el ensamblaje a alta presión interior, se deforma una sección determinada 21 de la sección de acoplamiento 4. En esta sección 21, la lanza de ensanchamiento 20 está equipada con dos juntas 22 que forman una zona estanca. En la zona estanca se introduce a alta presión (1000 a 2000 bar) un líquido hidráulico. En el proceso de ensamblaje (figura 4b), la respectiva sección de acoplamiento 4 del eje 2 se deforma y se presiona contra la periferia interior del alojamiento 9a de la sección de unión 9 que también se deforma y ensancha aquí.

En este sentido se presupone que el material, a partir del que están formados el eje 2 y la sección de unión 9 del brazo oscilante longitudinal 8 respectivamente, presenta determinados potenciales de recuperación elástica. Tan pronto se deja salir el líquido a presión, es decir, disminuye la presión, la sección de unión 9 reduce su diámetro debido a la flexibilidad restante, ya que se mantiene su alargamiento por debajo del valor límite definido mediante el límite de elasticidad σ_E . A este respecto, la sección de unión 9 presiona el material de la sección de acoplamiento 4 del eje 2. Con esto se produce una pequeña recuperación desde el ensanchamiento máximo hasta el ensanchamiento permanente (figura 4b - figura 4c). La sección de acoplamiento 4 queda unida fijamente al lado interior de la sección de unión 9 del brazo oscilante longitudinal y crea un ensamblaje resistente al giro. Adicionalmente, el lado interior del alojamiento 9a puede estar moldeado con estructuras que aumentan el contacto o de modo que la superficie interior 18 de la sección de unión forme una superficie cilíndrica circular y presente una abertura, en la que se embute localmente material de la zona de acoplamiento 4 después del ensanchamiento y que garantiza una unión por arrastre de forma segura contra la torsión.

En las figuras 4a - 4c se indica con "mA" el ensanchamiento máximo, con "P_F" la presión del líquido y con "bA", el ensanchamiento restante después de la deformación a alta presión interior descrita arriba.

En las figuras 5 a 7 está representada una variante alternativa de un conjunto de eje 101 según la invención. El conjunto de eje 101 comprende también un eje 102 y dos brazos oscilantes longitudinales 103, 104.

El eje 102 está fabricado a partir de un perfil tubular, inicialmente cilíndrico, hecho de acero, por ejemplo, acero S355, con un espesor de pared de 8 mm. Éste presenta una sección de torsión 107 que se encuentra dispuesta en el centro entre sus secciones extremas 105, 106 y cuya longitud ocupa aproximadamente la mitad de la longitud total del eje 102. Para la fabricación de esta sección de torsión 107, el perfil tubular se ha conformado primero en una prensa, no representada aquí, de modo que en la zona de la sección de torsión presenta una sección transversal rectangular, aproximadamente cuadrada, mientras que las secciones extremas mantienen invariablemente una forma cilíndrica. A continuación, se troqueló una ranura 108, 109 respectivamente en dos paredes longitudinales opuestas de la sección de torsión 107. La profundidad de las ranuras 108, 109 se seleccionó aquí de modo que las secciones de chapa, que forman la base de las ranuras 108, 109, discurren muy juntas entre sí en paralelo al eje longitudinal L de la sección de torsión 107. De esta forma, el eje 102 tiene en su sección de torsión 107 un par de resistencia a la torsión menor que en sus secciones extremas 105, 106. El eje 102 puede actuar de esta forma como barra de torsión entre los brazos oscilantes longitudinales 103, 104.

En las secciones extremas 105, 106 del eje 102 está prevista en cada caso una sección cilíndrica de acoplamiento 110, mediante la que el eje 2 queda situado en el alojamiento 112 del brazo oscilante longitudinal 103, 104, asignado respectivamente, de modo que la respectiva sección extrema 105, 106 sobresale con su lado frontal libremente en el lateral del brazo oscilante longitudinal asignado 103, 104. En el lado frontal de las secciones extremas 105, 106 está soldado respectivamente un muñón de eje 114, 115 que presenta un pivote de apoyo 116 para apoyar una rueda (no mostrada), así como un soporte de freno 117, en el que se puede fijar un freno no mostrado.

Los brazos oscilantes longitudinales 103, 104 están fabricados con simetría especular entre sí como elementos fundidos en forma de una sola pieza respectivamente a partir de un material de fundición esferoidal (hierro fundido con grafito esférico, GJS).

El material de acero con el que está fabricado el eje 102, y el material de hierro fundido a partir del que están fundidos los brazos oscilantes longitudinales 103, 104, están ajustados entre sí de manera que el módulo de elasticidad E_L del material fundido a partir del que están fundidos los brazos oscilantes longitudinales 103, 104, es menor que el módulo de elasticidad E_A del acero a partir del que está hecho el eje 102 con sus secciones de acoplamiento 110 rodeadas respectivamente, ($E_L < E_A$), la resistencia a la rotura R_{mL} del material fundido de los brazos oscilantes longitudinales 103, 104 es de forma alternativa o complementaria mayor que la resistencia a la rotura R_{mA} del acero del eje 102 ($R_{mL} > R_{mA}$), así como el límite de fluencia R_{eS_L} del material de hierro fundido de los brazos oscilantes longitudinales es asimismo de forma alternativa o complementaria mayor que el límite de fluencia R_{eS_A} del acero del eje 102 ($R_{eS_L} > R_{eS_A}$).

Su alojamiento respectivo 112 está moldeado como orificio de paso en una sección de unión 118, en forma de casquillo, del respectivo brazo oscilante longitudinal 103, 104 de modo que queda rodeado completamente por el material de la respectiva sección de unión 118.

5 En el estado no deformado, las secciones de acoplamiento 110 del eje 102 presentan un diámetro exterior menor que el diámetro interior del alojamiento 112 asignado a éstas.

10 A la sección de unión 118 de los brazos oscilantes longitudinales 103, 104 está conectado en cada caso un brazo oscilante transversal 119 que se extiende en transversal al eje longitudinal del respectivo alojamiento 112 y en cuya sección extrema libre está moldeado un ojo de cojinete 120. Mediante su ojo de cojinete 120, los brazos oscilantes longitudinales 103, 104 están montados de forma pivotante en un apoyo no mostrado en uno de los soportes longitudinales respectivamente del semirremolque, tampoco representado aquí, alrededor de un eje de pivotado S orientado en paralelo al eje 102.

En una zona de transición hacia la sección de unión 118 está configurada adicionalmente en el brazo oscilante transversal 119 una consola 121, en la que está moldeado un ojo de cojinete 122 para la conexión articulada de un amortiguador de choque no representado aquí.

15 Enfrente del brazo oscilante transversal 119 está moldeado en la sección de unión 118 un brazo de soporte 123 orientado asimismo en transversal al eje longitudinal del respectivo alojamiento 112. El brazo de soporte 122 presenta en su extremo libre una consola 124 para apoyar un fuelle neumático, no mostrado, de una suspensión neumática.

20 En la superficie interior del respectivo alojamiento 112 de los brazos oscilantes longitudinales 103, 104 está moldeada respectivamente una entalladura 125, alargada y en forma de ranura, que se encuentra orientada en paralelo al eje longitudinal del alojamiento 112. La entalladura 125 está orientada respecto al brazo oscilante transversal 119, al brazo de soporte 123 y a la sección de unión 118 del respectivo brazo oscilante longitudinal 103, 104 de modo que la fibra neutra de las tensiones por flexión, originadas típicamente en la práctica, discurre a través de ésta.

25 Para la fabricación del conjunto de eje 101, la sección extrema 105 se inserta primero en el alojamiento 112 del primer brazo oscilante longitudinal 103 hasta que su sección de acoplamiento 110 queda situada con holgura en el alojamiento 112 (figura 8a).

30 Desde su lado frontal abierto se guía a continuación una herramienta de conformado 126 hacia el espacio encerrado por la sección extrema 105. La herramienta de conformado 126 presenta un troquel 127 que se puede desplazar en dirección radial mediante un accionamiento hidráulico y está orientado de manera que queda situado enfrente de la entalladura 125 del brazo oscilante longitudinal 103 cuando la herramienta de conformado 126 se encuentra en la posición de trabajo (figura 8b).

35 Tan pronto la herramienta de conformado 127 está posicionada, el troquel 127 se mueve en dirección radial a alta presión contra la superficie interior de la sección extrema 105. El material de acero, existente en la zona solicitada por éste, de la sección de acoplamiento 110 fluye hacia la entalladura 125 hasta que queda llena completamente (figura 8c).

40 De este modo, en la sección de acoplamiento 110 del eje se crea un resalto 128 moldeado por arrastre de forma en la entalladura 125, moldeada de manera correspondiente, de la sección de unión 118 del brazo oscilante longitudinal 103. La unión por arrastre de forma, creada de este modo, entre el eje 102 y el brazo oscilante longitudinal 103 sirve como protección en caso de que la unión por arrastre de fuerza, que se va a realizar a continuación, entre estos dos componentes no debiera soportar las cargas originadas en la práctica.

45 Después de producirse el resalto 128, la herramienta de conformado 126 se extrae de la sección extrema 105 y un dispositivo 129 se introduce en la sección extrema 105 para el conformado a alta presión interior. El dispositivo 129 presenta de manera conocida una carcasa cilíndrica que está provista de salidas orientadas radialmente para un líquido a presión y alrededor de la que está colocado un retén hecho de un material flexible de obturación. Al aplicarse presión, el retén se apoya en la superficie interior de la sección de acoplamiento 110 y garantiza así que el fluido a alta presión no salga al ambiente. A fin de impedir daños en el retén, la depresión existente, dado el caso, en la zona del resalto 128 en la superficie interior de la sección de acoplamiento 110 puede estar llena de un material moldeado incompresible 130.

50 Mediante la aplicación de presión por parte del dispositivo 129, la sección de acoplamiento 110 se ensancha en dirección radial hasta que su superficie exterior se adhiere a la superficie interior del alojamiento 112. La holgura S, existente entre la superficie interior del alojamiento 112 y la superficie exterior de la sección de acoplamiento 110 en el estado ensamblado (figura 8a), está dimensionada aquí de modo que las tensiones, existentes en la sección de acoplamiento 110 a llegar a la superficie interior del alojamiento 112, se sitúan al menos en el intervalo del límite de fluencia R_{eS} del acero, con el que está fabricado el eje 102. Por consiguiente, la sección de acoplamiento 110 del eje 102 se encuentra al menos al inicio de su deformación plástica.

ES 2 369 381 T3

Al seguirse aplicando presión se ensancha también la sección de unión 118 del brazo oscilante longitudinal 103 que rodea completamente la sección de acoplamiento 110.

5 Este proceso continúa hasta que en la sección de unión 118 haya, después de eliminarse la carga, tensiones que se encuentran por debajo del límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material fundido a partir del que está fundido el brazo oscilante longitudinal 103, y que, sin embargo, son tan altas que la sección de unión 118 deformada, por consiguiente, sólo elásticamente ejerce una presión sobre la sección de acoplamiento 110 deformada plásticamente después de eliminarse la carga, que es suficiente para garantizar una unión permanente por arrastre de fuerza resistente a la torsión entre el brazo oscilante longitudinal 103 y el eje 102 (figura 8d).

10 Después de extraerse también el dispositivo 129 de la sección extrema 105, el muñón de eje 114 se puede soldar en el lado frontal de la sección extrema 105.

15 La unión por arrastre de fuerza, creada durante el ensanchamiento descrito arriba está dimensionada de modo que en el estado nuevo se pueden producir aún movimientos relativos en el intervalo de micrómetros entre el brazo oscilante longitudinal 103 y el eje 102. Estos causan en la hendidura de ensamblaje 131 abrasión y productos de oxidación que se van acumulando cada vez más fuertemente en la hendidura de ensamblaje 131 a medida que aumenta el tiempo de servicio. De este modo se fortalece cada vez más la unión por arrastre de fuerza entre el brazo oscilante longitudinal 103 y el eje 102.

El segundo brazo oscilante longitudinal 104 se une a continuación de forma correspondiente al eje 102.

NÚMEROS DE REFERENCIA	ELEMENTO
1	Conjunto de eje
2	Eje
4	Secciones de acoplamiento del eje 2
5	Perfil hueco
6	Formas de ranura del eje 2
6a	Sección de torsión del eje 2
8	Brazo oscilante longitudinal
9	Sección de unión del brazo oscilante longitudinal 8
9a	Alojamiento del brazo oscilante longitudinal 8
10	Brazo oscilante transversal del brazo oscilante longitudinal 8
11	Manguito del brazo oscilante longitudinal 8
12	Elemento de sujeción del brazo oscilante longitudinal 8
13	Plato de soporte del brazo oscilante longitudinal 8
14	Corona roscada
15	Muñón de eje
16	Fuelle neumático
17	Soporte de freno del brazo oscilante longitudinal 8
18	Superficie interior del alojamiento 9a
19	Orificios del soporte de freno 17
20	Lanza de ensanchamiento
21	Sección de la sección de acoplamiento 4
22	Juntas

(continuación)

NÚMEROS DE REFERENCIA	ELEMENTO
101	Conjunto de eje
102	Eje
103, 104	Brazo oscilante longitudinal
105, 106	Secciones extremas
107	Sección de torsión
108, 109	Ranuras
110	Sección de acoplamiento
112	Alojamientos
114, 115	Muñón de eje
116	Pivote de apoyo
117	Soporte de freno
118	Sección de unión
119	Brazo oscilante transversal
120	Ojo de cojinete
121	Consola
122	Ojo de cojinete
123	Brazo de soporte
124	Consola
125	Entalladura
126	Herramienta de conformado
127	Troquel
128	Resalto
129	Dispositivo para el conformado a alta presión interior
130	Material moldeado
131	Hendidura de ensamblaje
S	Eje de pivotado
mA	Ensanchamiento máximo
P _F	Presión del líquido
bA	Ensanchamiento permanente
L	Eje longitudinal

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de eje para un vehículo utilitario, con un eje (2; 102) fabricado a partir de un primer material metálico y con al menos un brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) fabricado a partir de un segundo material metálico que presenta una sección de unión (9; 118) con un alojamiento (9a; 112), en el que se asienta el eje (2; 102) con una sección hueca de acoplamiento (4; 110) de modo que el eje (2; 102) y el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) quedan unidos entre sí de manera resistente al giro, **caracterizado porque**

- se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

a) el módulo de elasticidad E_L del material metálico con el que está hecha la sección de unión (9; 118) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104), es menor que el módulo de elasticidad E_A del material metálico de la sección de acoplamiento (4; 110), rodeada por ésta, del eje (2; 102);

b) la resistencia a la rotura R_m del material metálico de la sección de unión (9; 118) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) es mayor que la resistencia a la rotura R_m del material metálico de la sección de acoplamiento (4; 110) del eje;

c) el límite de fluencia R_{eS} o, si el material metálico no presenta un límite marcado de fluencia, el límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material metálico con el que está hecha la sección de unión (9; 118) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104), es mayor que el límite de fluencia R_{eS} o el límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material metálico de la sección de acoplamiento (4; 110), rodeada por ésta, del eje (2; 102);

y porque

- el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) se encuentra bajo una tensión elástica al menos en la zona de su sección de unión (9; 118) debido a una operación de conformado, mientras que el eje (2; 102) está deformado plásticamente de manera permanente mediante un ensanchamiento al menos en la zona de su sección de acoplamiento (4; 110) rodeada por el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104), de modo que el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) y el eje (2; 102) están unidos entre sí sólo por arrastre de fuerza de manera resistente al giro,

y opcionalmente en cada caso

- el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) está unido por arrastre de forma, de manera adicional a la unión por arrastre de fuerza, a la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102) al interactuar un elemento moldeado (128) del eje (2; 102) por arrastre de forma con un elemento moldeado (125), conformado de manera correspondiente, del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104), y/o

- la unión por arrastre de fuerza entre el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) y la sección del eje (2; 102), rodeada por éste, está dimensionada en el estado nuevo de modo que al usarse el conjunto de eje (1; 101) se produce un movimiento relativo en el intervalo de micrómetros entre el eje (2; 102) y el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) que genera una abrasión que se deposita en la hendidura de ensamblaje (131) y dificulta a continuación el movimiento relativo.

2. Conjunto de eje según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el elemento moldeado del eje (2; 102) es un resalto (128) producido mediante conformado en frío y dirigido hacia afuera en dirección radial y el elemento moldeado, conformado de manera correspondiente, del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) es una entalladura (125), en la que engrana por arrastre de forma el resalto del eje (2; 102).

3. Conjunto de eje según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la entalladura (125) está moldeada en la superficie periférica interior de la sección de unión (9; 118) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104).

4. Conjunto de eje según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el eje (2; 102) está configurado como perfil hueco en forma de una sola pieza.

5. Conjunto de eje según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el eje (2; 102) presenta una sección de torsión (6a; 107) más flexible a la torsión que su sección de acoplamiento (4; 110).

6. Conjunto de eje según la reivindicación 5, **caracterizado porque** están previstos dos brazos oscilantes longitudinales (8; 103, 104) que rodean en cada caso una de las secciones extremas del eje (2; 102) y porque la sección de torsión (6a; 107) está dispuesta entre las secciones extremas (105; 106).

7. Conjunto de eje según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) está fabricado en forma de una sola pieza.

8. Conjunto de eje según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) está hecho de un material de hierro fundido, en especial un material de fundición esferoidal.

9. Procedimiento para la fabricación de un conjunto de eje (1; 101), configurado según una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las siguientes etapas de trabajo:

- a) poner a disposición un eje (2; 102) que presenta al menos una sección de acoplamiento (4; 110) hueca y accesible desde el exterior;
- b) poner a disposición un brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) que presenta un alojamiento (9a; 112) para la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102),

5 - estando dimensionado el diámetro interior del alojamiento (9a; 112) en relación con las dimensiones exteriores de la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102) de modo que la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102) se puede introducir con holgura en el alojamiento (9a; 112), y cumpliéndose al menos una de las siguientes condiciones:

10 b.a) el módulo de elasticidad E_L del material metálico, con el que está hecha la sección de unión (9; 118) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104), es menor que el módulo de elasticidad E_A del material metálico de la sección de acoplamiento (4; 110), rodeada por ésta, del eje (2; 102);

 b.b) la resistencia a la rotura R_m del material metálico de la sección de unión (9; 118) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) es mayor que la resistencia a la rotura R_m del material metálico de la sección de acoplamiento (4; 110) del eje;

15 b.c) el límite de fluencia R_{eS} o, si el respectivo material metálico no presenta un límite marcado de fluencia, el límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material metálico, con el que está hecha la sección de unión (9; 118) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104), es mayor que el límite de fluencia R_{eS} o el límite de alargamiento $R_{p0,2}$ del material metálico de la sección de acoplamiento (4; 110), rodeada por ésta, del eje (2; 102);

20 c) ensamblar el brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) y el eje (2; 102), de modo que la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102) asiente en el alojamiento del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104);

 d) ensanchar la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102) hasta que quede cerrada la hendidura de ensamblaje entre la superficie interior del alojamiento del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) y la superficie exterior de la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102);

25 e) continuar realizando el ensanchamiento hasta que la sección de unión (9; 118) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) quede deformada elásticamente después de eliminarse la carga y la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102) quede deformada plásticamente de manera permanente, de modo que la sección de unión (9; 118) está bajo una tensión elástica, por lo que el brazo oscilante longitudinal (8; 103; 104) y el eje (2; 102) quedan unidos entre sí sólo mediante una unión por arrastre de fuerza.

30 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado porque** en la superficie interior del alojamiento (9a; 112) del brazo oscilante longitudinal (8; 103, 104) está moldeada una entalladura (125) y porque después del ensamblaje con la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102) se produce un resalto (128) que engrana en esta entalladura (125).

35 11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado porque** el resalto (128) se produce antes de ensancharse la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102).

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** el ensanchamiento de la sección de acoplamiento (4; 110) del eje (2; 102) se realiza mediante un procedimiento a alta presión interior.

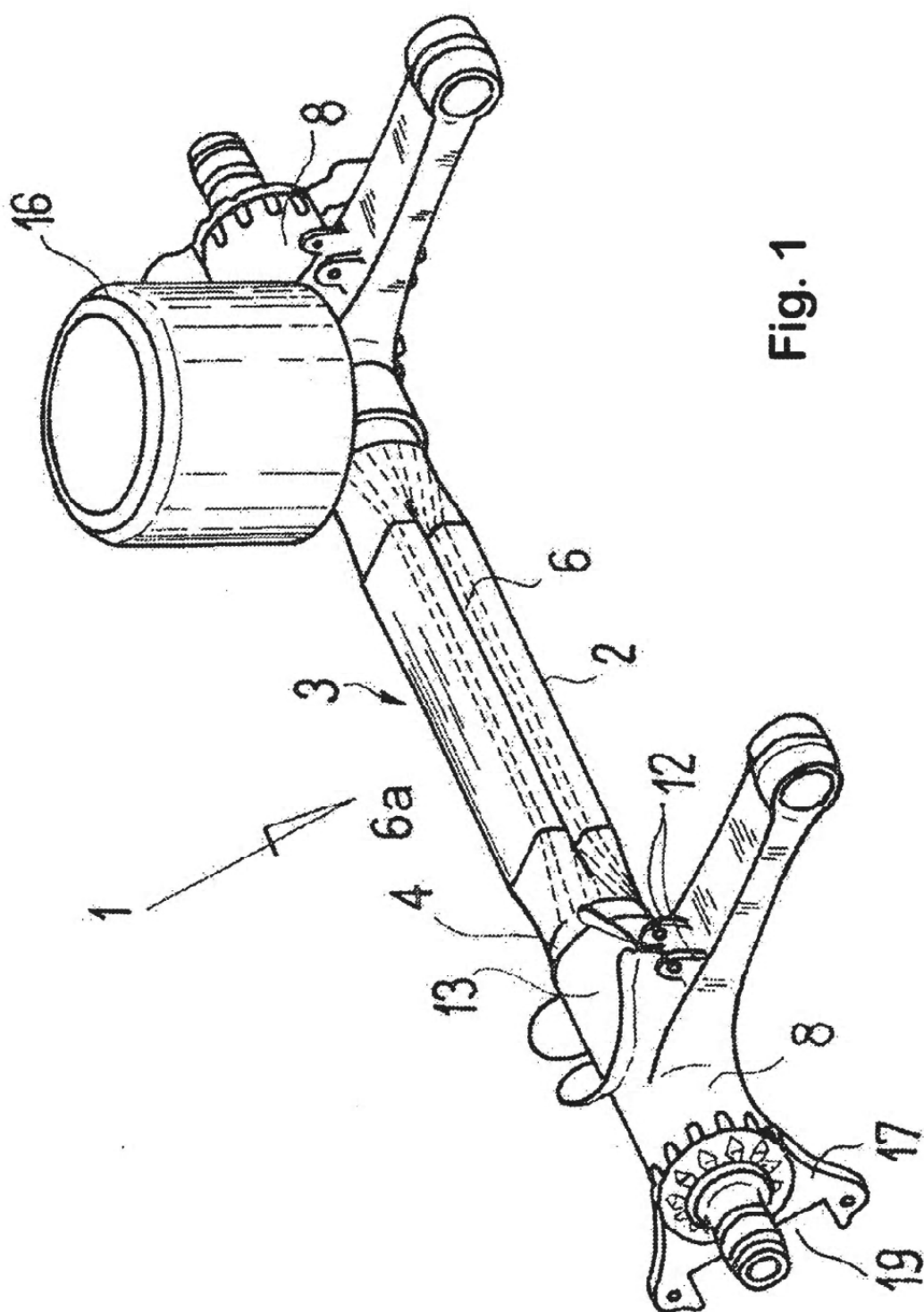


Fig. 1

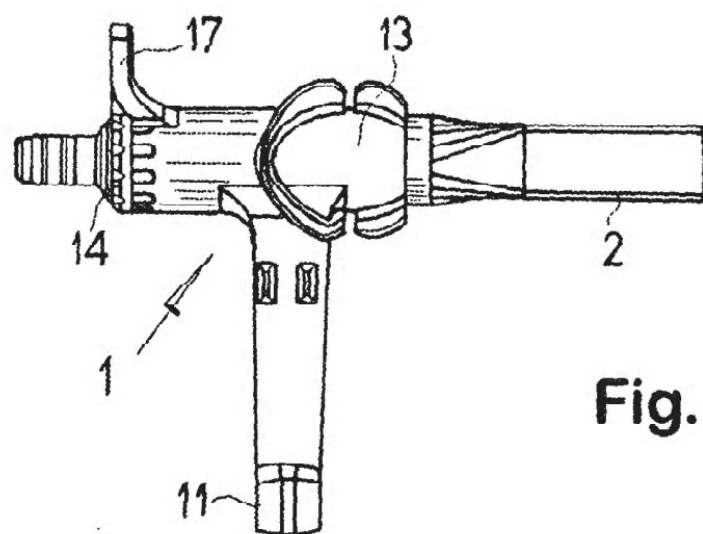
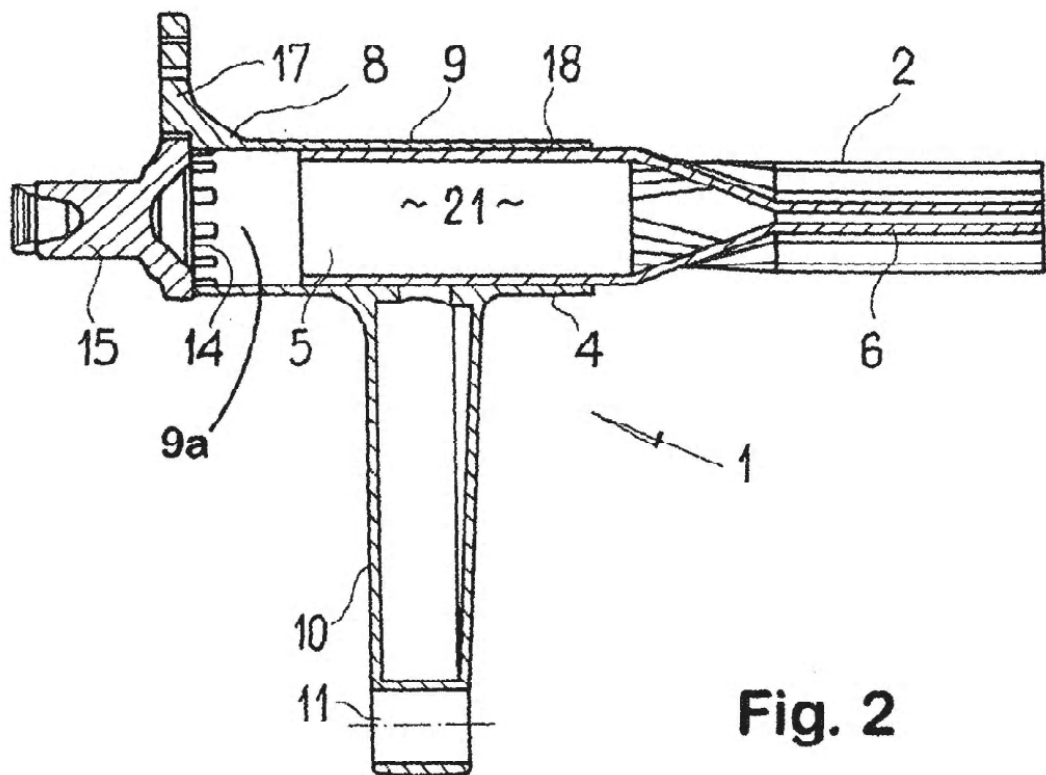


Fig. 4a

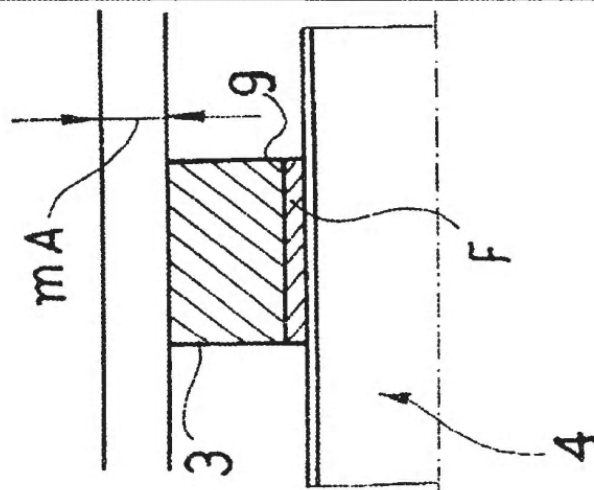


Fig. 4b

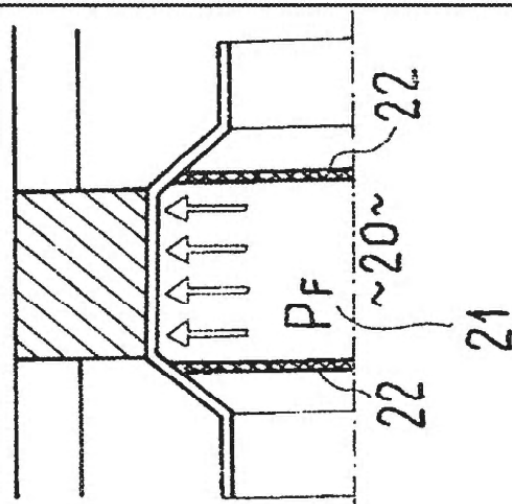
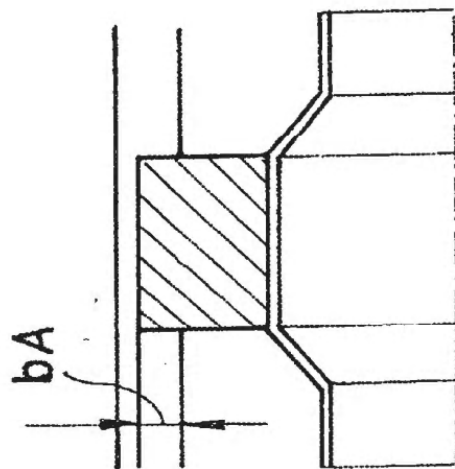


Fig. 4c



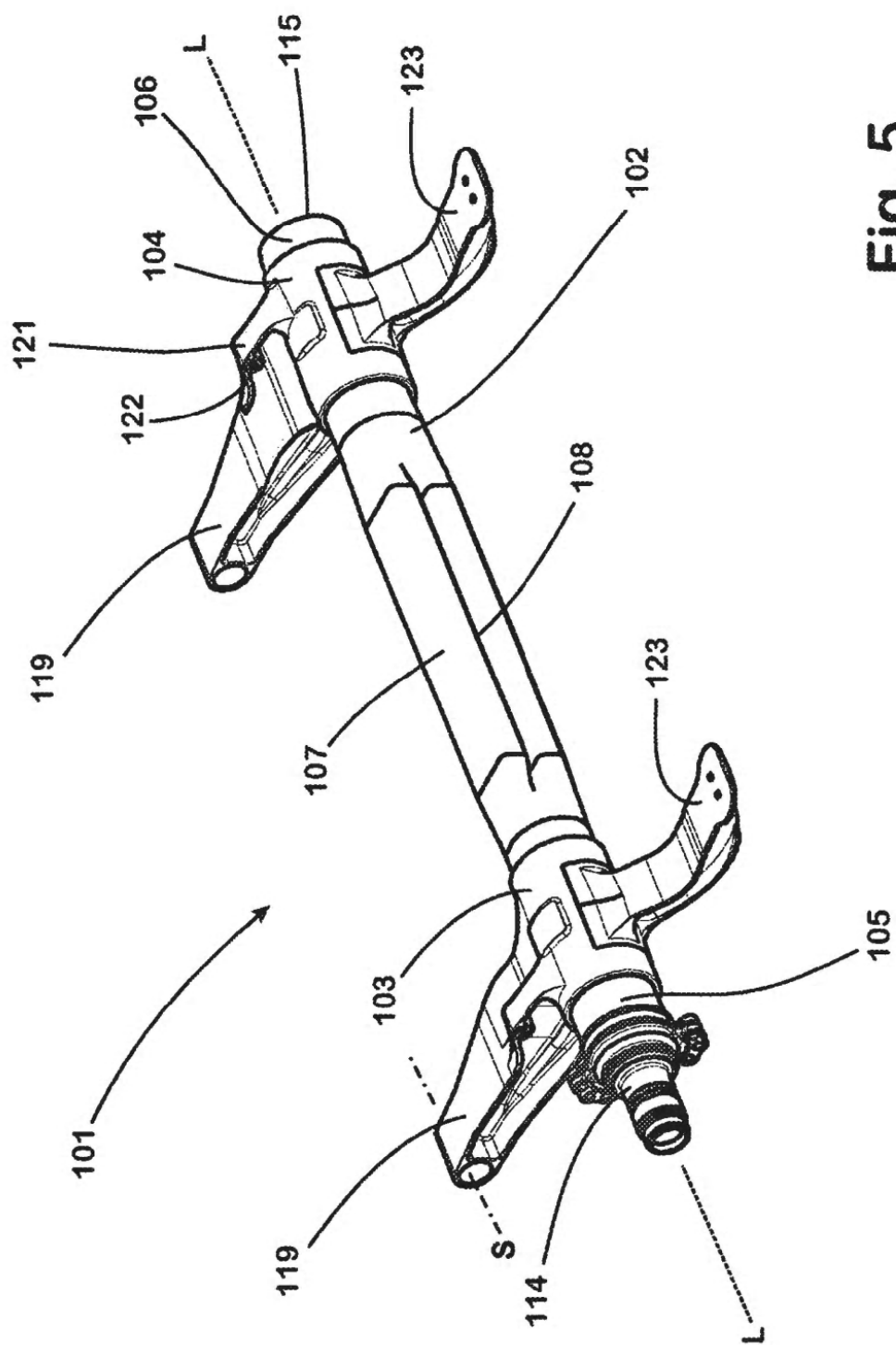


Fig. 5

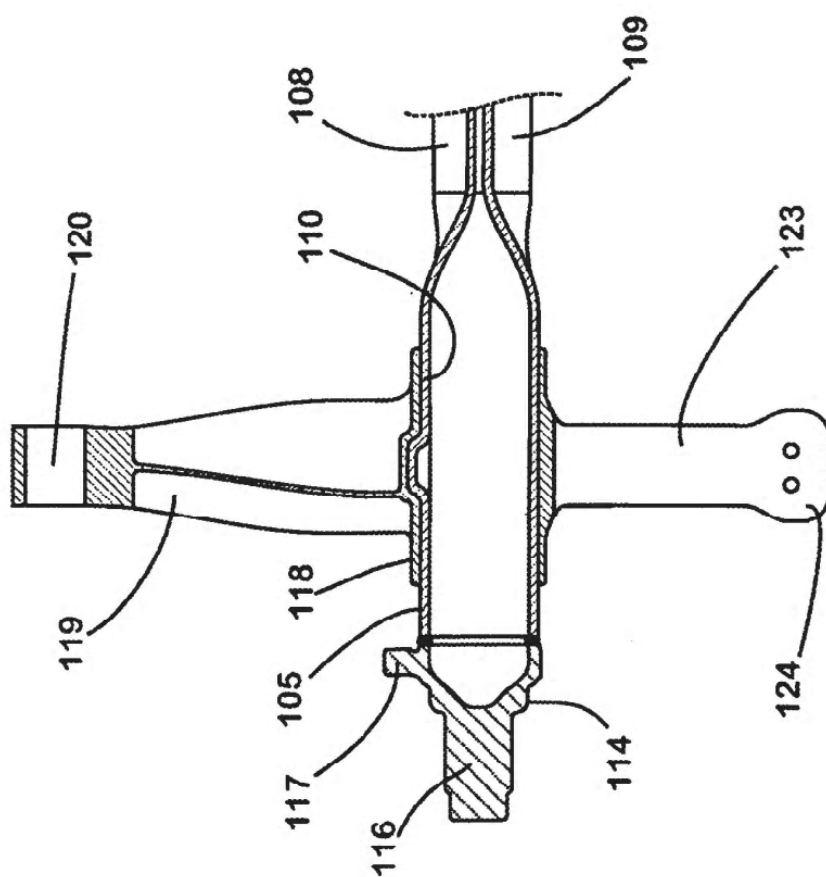


Fig. 6

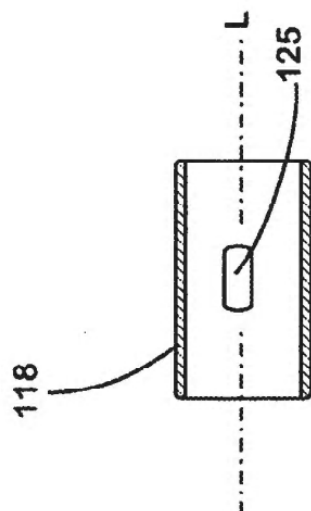


Fig. 7

