

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 182**

51 Int. Cl.:
B60B 35/06 (2006.01)
B60G 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06737005 .6**
96 Fecha de presentación: **03.03.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1853438**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.11.2007**

54 Título: **EJE DE CENTRO LEVANTADO Y PROCESO DE FORMACIÓN.**

30 Prioridad:
04.03.2005 US 658994 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.12.2011

73 Titular/es:
**HENDRICKSON INTERNATIONAL CORPORATION
500 PARK BOULEVARD, SUITE 1010
ITASCA, IL 60143, US**

72 Inventor/es:
**COPELAND, Greg;
VANMETER, Matthew y
FULTON, R., Scott**

74 Agente: **Zea Checa, Bernabé**

ES 2 371 182 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

Eje de centro levantado y proceso de formación.

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a la técnica de los ejes de vehículos. Más concretamente, la invención se refiere a la técnica de ejes de centro levantado para vehículos pesados, tales como camiones con remolque o semirremolques y camiones rígidos, y procesos para la formación de dichos ejes.

ESTADO DE LA TÉCNICA

[0002] Los vehículos pesados, tales como camiones con remolque o semirremolques y camiones rígidos generalmente incluyen múltiples ejes que se disponen separados longitudinalmente a lo largo del vehículo para crear estabilidad en marcha. Cada eje incluye normalmente un tubo central y un par de husillos. Los husillos van montados en extremos opuestos del tubo central y se extienden hacia afuera desde los mismos. Las ruedas del vehículo van montadas de manera giratoria en los husillos, y un sistema de suspensión de brazo trasero o delantero conecta cada eje al chasis del vehículo. El sistema de suspensión y eje se denomina a menudo en combinación sistema de eje/suspensión. Por conveniencia, aquí se hará referencia solamente a ejes, entendiéndose que dichos ejes se utilizan en un sistema de eje/suspensión de vehículos pesados.

[0003] Determinados tipos de vehículos pesados, tales como remolques cisterna de descarga trasera, a menudo utilizan un eje en el que el tubo central incluye una parte central que está doblada hacia arriba. Dichos ejes son conocidos en la técnica como ejes de centro levantado, y la parte doblada hacia arriba se conoce como joroba.

[0004] Cuando el eje de centro levantado se encuentra en posición de funcionamiento, la joroba queda por encima del resto del eje o sus partes no dobladas dispuestas horizontalmente. Esto se diferencia de un eje de centro rebajado, en el que el tubo central del eje incluye una joroba que queda por debajo del resto del eje cuando el eje se encuentra en posición de funcionamiento. En el estado de la técnica, los procesos asociados a la formación de la joroba de un eje de centro levantado han hecho necesario el uso de una pared gruesa para el tubo central, tal como de aproximadamente 19 mm (0,750 pulgadas) o más.

[0005] Por ejemplo, los procesos de formación en frío de la técnica anterior utilizados para la fabricación de un eje de centro levantado implican un proceso de doblado de un solo golpe, en el que el golpe lo realizar una prensa hidráulica. En este proceso, un eje que tiene un tubo central recto se inserta en la prensa y un punzón accionado por la prensa golpea una parte central del tubo, doblando la parte central del tubo en un movimiento para formar la joroba. Este proceso de un solo golpe, sin embargo, produce tensiones residuales en la sección transversal del eje que son perjudiciales para el eje cuando se encuentra cargado en condiciones de funcionamiento. Es decir, como que la joroba del eje de centro levantado queda por encima del resto del eje cuando se encuentra en funcionamiento, la "sobrecarga" del tubo central provocada por la prensa en la formación de la joroba produce tensiones de compresión en la parte inferior de la joroba. Sin embargo, después de retirar el punzón una vez que el tubo central se ha doblado para formar la joroba, hay una pequeña recuperación elástica del tubo central. Esta recuperación elástica produce un estado de tensión de tracción residual en la parte inferior de la joroba del eje que se combina con las fuerzas de carga experimentadas por el eje cuando está en funcionamiento que tienden a flexionar la joroba y crear tensiones de tracción adicionales en la parte inferior de la joroba del eje. Esta combinación de tensiones de tracción inducidas por la carga y tensiones de tracción residuales en el eje en la parte inferior de la joroba tiene el potencial de producir un fallo prematuro del eje.

[0006] El efecto del estado de tensiones de tracción residuales en la parte inferior de la joroba del eje de centro levantado se diferencia del efecto del mismo estado de tensiones residuales en un eje de centro rebajado. Más concretamente, un eje de centro rebajado presenta el mismo estado de tensiones de tracción residuales en la misma ubicación que el eje de centro levantado, sin embargo, la orientación invertida del eje de centro rebajado hace que en condiciones de funcionamiento de carga se produzcan tensiones de compresión que contrarrestan las tensiones de tracción residuales. Esta diferencia corrobora el principio de que una sobrecarga de una sola vez para formar un tubo del eje produce tensiones residuales que son favorables para una carga posterior en el mismo sentido, mientras que las mismas tensiones residuales son perjudiciales para una carga posterior en sentido contrario.

[0007] Para compensar las tensiones residuales que contribuyen a la potencial deformación prematura de los ejes de centro levantado que se forman en frío de acuerdo con procesos de la técnica anterior, los ejes incluyen grosores de pared grandes, del orden de aproximadamente 19 mm (0,750 pulgadas). Sin embargo, incluso con estos grandes grosores de pared, estos ejes de centro levantado de la técnica anterior siguen siendo potencialmente susceptibles a prematuros fallos estructurales. Se han intentado procesos de tratamiento después de la formación en un intento por reducir estas tensiones residuales indeseables en los ejes de centro levantado de la técnica anterior, por ejemplo, granallado o granallado con aguja del eje. Sin embargo, la adición de tales procesos de tratamiento tras la formación aumenta de manera no deseable el tiempo y el coste para producir un eje de centro levantado. Además, los tratamientos superficiales tales como los mencionados anteriormente no mejoran significativamente la resistencia estática del eje, la cual se ve disminuida severamente por las tensiones residuales de la formación en frío.

- [0008]** Otros procesos de formación de ejes de centro levantado de la técnica anterior incluyen la formación en caliente de la joroba. La formación en caliente reduce las tensiones residuales, pero requiere un gran grosor pared para mantener la capacidad de doblar el tubo central del eje para formar la joroba a la vez que se mantiene la integridad estructural. Por lo tanto, de nuevo es necesario un grosor de pared del tubo del eje de aproximadamente 5 19 mm (0,750 pulgadas). La formación en caliente también es típicamente más costosa que la formación en frío, en parte debido al tiempo adicional, la energía y los equipos asociados al calentamiento del eje para la formación. Como resultado, los ejes de centro levantado que se forman en caliente suelen ser más caros que los que se forman en frío, y todavía requieren un mayor grosor de pared, lo cual introduce un peso innecesario en el eje.
- [0009]** Los grandes grosores de pared necesarios para los ejes de centro levantado formados de acuerdo con los 10 procesos de la técnica anterior no son deseables, ya que grandes grosores de pared aumentan la cantidad y por lo tanto el coste de la materia prima necesaria para el eje. Además, un grosor de pared grande aumenta el peso del eje, lo que contribuye de manera no deseable a reducir la carga útil del vehículo en el cual va incorporado el eje.
- [0010]** WO91/17898 describe una viga de eje para sostener ruedas no accionadas y que en su parte central presenta una curva hacia abajo que proporciona un espacio para un eje de accionamiento. Puede ser tubular con un 15 grosor de pared de aproximadamente 16 mm. Puede formarse por doblado en frío de un tubo recto en la forma descrita.
- [0011]** US-A-3966260 describe un eje no accionado que comprende una sección de viga en la que por lo menos una parte ha sido deformada plásticamente para dejar tensiones residuales las cuales son por lo menos neutralizadas por las cargas operativas. El eje descrito es una viga en I maciza forjada en caliente en una 20 configuración curva y después deformada plásticamente hasta la configuración final que tiene la tensión de tracción residual en la parte superior y tensión de compresión en la parte inferior.
- [0012]** Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de un eje de centro levantado que supere los problemas de la técnica anterior mediante una formación económica, a la vez que se reduzcan las tensiones residuales indeseables y el grosor de pared, y se mantengan o se mejoren las propiedades físicas que presentan los ejes de 25 centro levantado de la técnica anterior. También existe la necesidad en la técnica de un proceso para formar dicho eje de centro levantado de manera económica. La presente invención presenta dicho eje de centro levantado y un procedimiento para formar el mismo.
- [0013]** Un objetivo de la presente invención es disponer un eje de centro levantado que sustituya un estado de tensiones residuales perjudicial en la parte de la joroba del eje por un estado de estrés residual beneficioso.
- 30 **[0014]** Otro objetivo de la presente invención es disponer un eje de centro levantado que tenga un grosor de pared reducido.
- [0015]** Todavía otro objetivo de la presente invención es disponer un eje de centro levantado que presente unas propiedades físicas que sean comparables o mejores que las de los ejes de centro levantado de la técnica anterior.
- [0016]** Todavía otro objetivo de la presente invención es un procedimiento para formar un eje levantado de centro 35 levantado económico que presente tensiones residuales beneficiosas y un grosor reducido, pero con unas propiedades físicas comparables o mejores respecto a los ejes de centro levantado de la técnica anterior.
- [0017]** La invención dispone un procedimiento para formar en frío un eje de centro levantado tal como se define en la reivindicación 1, y un eje de centro levantado tal como se define en la reivindicación 10.
- 40 **[0018]** El eje de centro levantado formado en frío para un vehículo pesado generalmente incluye un tubo central que presenta un par de extremos y un grosor de pared de 12,7 a 15,9 mm (0,500 a 0,625 pulgadas). Cada uno del par de husillos va unido a uno de los respectivos extremos del tubo central. En el tubo central entre los extremos hay una joroba formada en frío y la joroba se extiende substancialmente hacia arriba cuando el eje se encuentra en una posición de funcionamiento. La parte inferior de la joroba cuando se encuentra en la posición de funcionamiento presenta tensiones residuales de compresión.
- 45 **[0019]** El procedimiento de formación en frío de un eje de centro levantado de un vehículo pesado de la presente invención incluye las etapas de disponer un eje sustancialmente recto e insertar el eje en una prensa. Una joroba se sobre forma en una primera dirección con la prensa, produciendo una curvatura en el eje. Posteriormente, el eje se forma en una segunda dirección con la prensa para eliminar substancialmente la curvatura a la vez que se substituyen las tensiones residuales perjudiciales en la parte de la joroba del eje en una posición de funcionamiento 50 por tensiones residuales beneficiosas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

[0020] La realización preferida de la invención, ilustrativa del mejor modo en que los solicitantes han contemplado la aplicación de los principios de la invención, se expone en la siguiente descripción y se muestra en los dibujos, y se señalan y se indican particularmente y de manera clara en las reivindicaciones adjuntas.

La figura 1 es una vista esquemática en alzado frontal de un eje situado en una prensa antes de la formación del eje de centro levantado, con partes seleccionadas de la prensa representadas por líneas de rayas y la estructura oculta del eje representada por líneas discontinuas;

5 La figura 2 es una vista similar a la figura 1, pero mostrando la posición de la prensa y la configuración modificada del eje después de que se haya completado una primera etapa de la operación de formación del eje de centro levantado de la presente invención;

La figura 3 es una vista similar a las figuras 1 y 2, pero mostrando la posición de la prensa, las cuñas y los bloques, en la preparación de una segunda etapa de la operación de formación del eje de centro levantado de la presente invención.

10 La figura 4 es una vista similar a las figuras 1-3, pero mostrando la posición de la prensa y la configuración modificada del eje durante la segunda etapa de la operación de formación del eje de centro levantado de la presente invención;

La figura 5 es una vista en alzado frontal del eje de centro levantado de la presente invención en una orientación en funcionamiento, con la estructura oculta representada por líneas discontinuas.

15 **[0021]** Los números similares hacen referencia a partes similares en todos los dibujos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0022] Volviendo ahora a los dibujos, en los que se presentan unas ilustraciones para mostrar una realización preferida de la invención y no limitarla, en las figuras 1-3 se muestra un eje que ha de formarse en un eje de centro levantado y se indica en general por 10. Con especial referencia a la figura 1, el eje 10 incluye un tubo central 12 que presenta un par de extremos 14. Cada uno de un par de husillos 18 va montado en un extremo respectivo 14 del tubo central 12.

[0023] Para la formación de acuerdo con el procedimiento de la presente invención, el eje 10 se coloca en una prensa 20 que incluye una platina superior 22 y una platina inferior 24. Un punzón 26 queda sujeto a una platina superior 22 y se extiende hacia abajo desde la misma, preferiblemente en el centro de la platina, tal como se indica mediante la línea central C. Un par de bloques laterales inferiores 28 quedan sujetos a la platina inferior 24 y se extienden hacia arriba desde la misma, y los bloques quedan entre sí una distancia d quedando cada bloque equidistante de la línea central C. El punzón 26 presenta una altura Ph y una anchura Pw que cooperan con una altura Bh de los bloques laterales inferiores 28 y la distancia d para producir unas dimensiones de curvado deseadas en el tubo central 12 para la joroba que se ha de formar. El punzón 26 incluye una superficie inferior curvada 30 y cada bloque lateral inferior 28 presenta una superficie superior redondeada 32 que proporcionan una curvatura deseada en la joroba que se ha de formar. Opcionalmente, cada uno de los bloques laterales inferiores 28 puede incluir un canal superior (no mostrado) que recibe el tubo central 12, permitiendo así que los bloques sujeten el eje 10 en posición. Cada uno de un par de bloques laterales superiores 42 queda sujeto a uno de los respectivos extremos 14 del tubo central 12 adyacente a cada husillo 18 por medios bien conocidos en la técnica, quedando cada bloque equidistante de la línea central C y presentando una altura SBh para producir las dimensiones de doblado deseadas en el tubo central 12, y en particular para controlar el sobre doblado del eje durante la primera etapa de formación, tal como se describirá en detalle a continuación.

[0024] Siguiendo con referencia a la figura 1, un punto central transversal 34 del eje 10 queda alineado con la línea central vertical C de la prensa 20 y el eje voltea o gira radialmente para orientarse y asegurar que la joroba se forma en la dirección deseada. Más concretamente, determinadas características y componentes (no mostrados) para montar el eje 10 preferiblemente ya se han formado en el eje o se han conectado al mismo, de modo que el eje debe orientarse de acuerdo con su posición en funcionamiento. Por conveniencia, la prensa 20 se muestra con la platina superior 22 como platina móvil, y la platina inferior 24 como platina fija. En funcionamiento, el eje 10 incluirá una parte inferior 36 y una parte superior 38 (ver figuras 2-5). Por lo tanto, durante la formación, la joroba se formará en dirección hacia abajo, como resultado de lo cual la parte inferior 36 del eje 10 queda orientada hacia arriba en la prensa 20, y quedando orientada la parte superior 38 hacia abajo. Alternativamente, pueden utilizarse otros tipos de prensa 20. Por ejemplo, la prensa 20 puede incluir una platina inferior que sea la platina móvil, mientras que la platina inferior es fija. En tal caso, por lo tanto, las orientaciones de la parte superior e inferior 36, 38 del eje 10 se invierten. Es importante señalar que cuando el eje 10 se coloca en la prensa 20, una línea central longitudinal Lc de los husillos 18 queda substancialmente horizontal.

[0025] Volviendo ahora a la figura 2, la parte superior de la platina 22 de la prensa 20 se mueve hacia abajo, tal como se indica mediante las flechas D, para sobre formar el eje 10. Es decir, el movimiento de la platina superior 22 provoca que el punzón 26 golpee el tubo central 12, con una fuerza suficiente para formar una joroba 40 y sobre doble el tubo central, tal como se muestra por el ángulo α . El ángulo α es conocido en la técnica como curvatura, que es el ángulo de la línea central longitudinal Lc del husillo respecto a la horizontal H. Los bloques laterales superiores 42 hacen contacto con la platina superior 22 durante esta primera etapa en el proceso de formación, limitando de este modo el ángulo α y controlando el sobre doblado del tubo central.

[0026] En los procesos de formación de ejes de centro levantado de la técnica anterior, el objetivo ha sido lograr una curvatura α de cero grados en una única operación de formado con el fin de permitir que las ruedas (no mostradas) que irán montadas en los husillos 18 anden de manera uniforme durante el funcionamiento del vehículo. Para ejes de centro rebajado, esta única operación de formación produce tensiones residuales deseables dado que
 5 dichas tensiones son favorables para una carga posterior en la misma dirección durante el funcionamiento del vehículo, de modo que solamente se realiza un único golpe, con la resultante curvatura α de aproximadamente cero grados. En el proceso de formación del eje de centro levantado de la presente invención, sin embargo, la primera operación de formación es una operación de sobre formación, que produce una cierta curvatura positiva, tal como en
 10 aproximadamente 0,250 a aproximadamente 1,000 grado, y preferiblemente en un intervalo de aproximadamente 0,375 a aproximadamente 0,500 grados. Una vez que la platina superior 22 y el punzón 26 se retiran tras la primera operación de formación, el eje 10 experimenta una cierta recuperación elástica, creándose tensiones de tracción residuales en la parte inferior 36 de la joroba 40.

[0027] Con referencia a la figura 3, preferiblemente sin retirar el eje 10 de la prensa 20, cada una de un par de
 15 cuñas 43 se acopla a la parte superior de bloque superior respectivo 42. Las cuñas 43 y los bloques laterales superiores 42, combinados entre sí, presentan una altura S_h que permite que la platina superior 22 de la prensa 20 haga contacto con la superficie superior de las cuñas sin que el punzón 26 haga contacto con el eje 10 tras la reactivación de la prensa 20. La platina superior 22 se mueve tal como indican las flechas D y golpea las cuñas 43 con la fuerza suficiente para doblar los extremos del tubo central 14 hacia abajo, tal como se muestra en la figura 4, mientras que los bloques laterales 28 sujetan el tubo central 12. De esta manera, una segunda operación de
 20 formación dobla los extremos del tubo central 14 alrededor de los bloques laterales 28 hacia la horizontal H para reducir la curvatura α a aproximadamente cero grados, más/menos una tolerancia lo suficientemente pequeña como para asegurar una operación exitosa en funcionamiento y minimizar el desgaste de neumáticos y similares. En la segunda operación de formación, la platina superior 22 se aleja lo suficiente como para provocar que el eje 10 se deforme lo suficiente para que los husillos 18 se dispongan paralelos a la horizontal H tras la recuperación elástica
 25 del eje cuando se retira la platina superior.

[0028] Esta segunda operación de formación, que es una operación de formación posterior tras la formación inicial de la joroba 40, sin contacto por el punzón 26, provoca una deformación del eje 10 que invierte el momento flector en la parte central del eje. Esta deformación en la parte central del eje 10 induce tensiones residuales que esencialmente invierten las tensiones de tracción residuales en la parte inferior 36 de la joroba 40 producidas por la
 30 primera operación de formación (figura 2), creando de este modo tensiones de compresión residuales deseables en la parte inferior de la joroba que son favorables a la carga en funcionamiento para un eje de centro levantado. Este estado de tensiones residuales favorable tiene como resultado una mejor resistencia estática y una mayor resistencia a la fatiga, tal como se describe en mayor detalle a continuación.

[0029] Volviendo ahora a la figura 5, el eje de centro levantado formado de la presente invención se indica en
 35 general por 44 y se muestra en una posición de operación o en funcionamiento. El eje de centro levantado 44 incluye propiedades y características físicas que se han mejorado respecto a los ejes de centro levantado de la técnica anterior. Por ejemplo, el eje de centro levantado 44 incluye un grosor de pared t en un intervalo de aproximadamente 12,7 mm a aproximadamente 15,9 mm (de aproximadamente 0,500 pulgadas a aproximadamente
 40 0,625 pulgadas), en comparación con los ejes de centro levantado de la técnica anterior, que tienen un grosor de pared de aproximadamente 19 mm (0,750 pulgadas). Además, incluso con menores grosores de pared t , el eje de centro levantado 44 experimenta una vida más larga y un mejor rendimiento respecto a los ejes de la técnica anterior en capacidades de carga típicas previstas, tal como demuestran las siguientes pruebas. Cada prueba se realizó con una capacidad de carga de aproximadamente 102kN (23.000 libras) que es una capacidad de carga típica para un
 45 eje de centro levantado estándar, y es la capacidad de carga pretendida para el eje de centro levantado 44 de la presente invención.

[0030] Se llevó a cabo una prueba de fatiga de concentración vertical, en la que una muestra de un eje de centro
 levantado 44 de la presente invención, cuya muestra presentaba un grosor de pared t de aproximadamente 0,625
 50 pulgadas, fue cargada de manera cíclica para determinar el número de ciclos de carga que provocaría que el eje rompiera por su pared exterior del tubo. Más concretamente, el eje de centro levantado 44 y un eje de centro levantado típico de la técnica anterior, cuyo eje de la técnica anterior presentaba un grosor de pared 19 mm (0,750
 55 pulgadas), fueron cargados cada uno de manera cíclica en unos husillos 18 con hasta aproximadamente 10,2 kN (23.000 libras) por husillo, o aproximadamente un total de 205 kN (46.000 libras), hasta que cada eje rompió por su pared exterior del tubo. El eje de centro levantado 44 de la presente invención rompió por su pared exterior del tubo a 104.200 ciclos de promedio, con una duración media de un 40 por ciento mayor que la muestra representativa más
 resistente del eje de centro levantado de la técnica anterior que rompió por su pared del tubo exterior a
 aproximadamente 74.000 ciclos, demostrando una marcada mejora respecto a la técnica anterior, a pesar de tener un grosor de pared reducido. Vale la pena señalar que la muestra representativa más resistente del eje de centro
 levantado 44 de la presente invención rompió por su pared exterior del tubo a más de 116.000 ciclos.

[0031] Se llevó a cabo también una prueba de carga estática de concentración vertical, en la que una muestra de
 60 un eje de centro levantado 44 de la presente invención, cuya muestra presentaba un grosor de pared t de aproximadamente 15,9 mm (0,625 pulgadas), se cargó con un peso cada vez mayor cargando cada husillo 18 para simular las características de carga en funcionamiento, hasta que el eje se deformó, midiéndose así la resistencia

- del eje. Para comparación, un eje recto con una capacidad de carga de 102 kN (23.000 libras) que típicamente espera el experto en la materia que sea más resistente que un eje de centro levantado, fue cargado en las mismas condiciones que el eje de centro levantado 44 de la presente invención. El eje de centro levantado 44 de la presente invención no mostró deformación permanente a una carga total de aproximadamente 307 kN (69.000 libras en total), o de aproximadamente de 153 kN (34,500 libras) por husillo 18, y una deformación permanente menor, pero decisiva, a una carga total de aproximadamente 358 kN (80.500 libras en total), o de aproximadamente 179 kN (40.250 libras) por husillo. El eje recto no mostró deformación permanente a una carga total de aproximadamente 205 kN (46.000 libras en total), o aproximadamente 102 kN (23.000 libras) por husillo, una deformación permanente no decisiva o muy leve a una carga total de aproximadamente 256 kN (57.500 libras en total), o de aproximadamente 129 kN (28.750 libras) por husillo, y una deformación permanente menor, pero contundente a una carga total de aproximadamente 307 kN (69.000 libras en total), o de aproximadamente 153 kN (34.500 libras) por husillo. Comparando las cargas en el punto de deformación permanente menor, pero decisiva, lo cual es indicativo de deformación plástica, el eje de centro levantado 44 de la presente invención inesperadamente es aproximadamente un 16 por ciento más resistente que el eje recto estimado en 102 kN (23.000 libras).
- 15 **[0032]** Por lo tanto, el eje de centro levantado 44 de la presente invención presenta una mayor duración y una mejor resistencia en comparación con los ejes de la técnica anterior. El eje de centro levantado 44 se forma en frío mediante dos procesos, o golpes, de formación, en dos direcciones distintas, aplicando tensiones residuales favorables a la joroba 40 del eje. Estas tensiones residuales favorables permiten que el eje de centro levantado 44 presente un grosor de pared t que es menor que el de los ejes de centro levantado de la técnica anterior, lo que supone un ahorro de materia prima y una reducción de peso.
- 20 **[0033]** De esta manera, el eje de centro levantado 44 se forma de manera económica y se traduce en unas mejores características y rendimiento respecto a los ejes de centro levantado de la técnica anterior. Hay que señalar que determinadas etapas, el orden de estas etapas, y la maquinaria o herramientas que se utilizan para llevar a cabo tales etapas, se han descrito aquí a modo de ejemplo, pero no pretenden limitar el alcance de la invención. Por ejemplo, el orden y el número de etapas, y/o el tipo de equipo utilizado para llevar a cabo estas etapas, puede modificarse o ajustarse, sin afectar el concepto general de la invención.
- 25 **[0034]** En consecuencia, el eje de centro levantado y el procedimiento para la formación del mismo de la presente invención se simplifica, ofrece una estructura eficaz, segura, económica y eficiente y un procedimiento que consigue todos los objetivos enumerados, permite eliminar las dificultades que se dan en los ejes de centro levantado de la técnica anterior y procesos para la formación de los mismos, y resuelve problemas y obtiene nuevos resultados en la técnica.
- 30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la formación en frío de un eje de centro levantado (44) para un vehículo pesado, presentando dicho eje de centro levantado una joroba (40) que se extiende substancialmente hacia arriba cuando se encuentra en una posición de funcionamiento, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- disponer un eje sustancialmente recto (10);
- 5 insertar dicho eje sustancialmente recto (10) en una prensa (20);
- sobre formar una joroba (40) en dicho eje en una primera dirección con dicha prensa (20) para producir una curvatura (α) en el eje, y
 - formar el eje en una segunda dirección con la prensa para eliminar sustancialmente dicha curvatura en el eje e inducir tensiones de compresión residuales en una parte inferior (36) de dicha joroba (40).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dicha curvatura (α) es una curvatura positiva en un intervalo de aproximadamente 0,250 grados a cerca de 1.000 grados.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que dicha curvatura positiva se encuentra en un intervalo de 0,375 a 0,500 grados.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por el hecho de que dicha etapa de sobre formación de una joroba en dicho eje en una primera dirección induce tensiones de tracción residuales en la parte inferior (36) de dicha joroba de dicho eje tras la recuperación elástica del eje, y dicha etapa de formación de dicho eje en la segunda dirección induce dichas tensiones de compresión residuales en la citada parte inferior (36) de dicha joroba (40) tras la recuperación elástica del eje.
- 15 5. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la dirección de formación, en la citada etapa de sobre formación de la joroba en dicho eje en una primera dirección, es substancialmente opuesta a la dirección de formación en la citada etapa de formación de dicho eje en una segunda dirección.
- 20 6. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dicha etapa de sobre formación de una joroba (40) en dicho eje (10) incluye sujetar dicho eje en la citada prensa (20) con unos bloques laterales (28) y golpear el eje (10) con un punzón (26) conectado operativamente a una platina móvil (22) de dicha prensa (20).
- 25 7. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dicha etapa de formación de dicho eje en una segunda dirección incluye golpear un par de bloques laterales superiores (42) y unas cuñas (43) que están en contacto con dicho eje.
8. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dicho eje sustancialmente recto (10) presenta un tubo central (12) con unos extremos (14) y un husillo respectivo (18) montado en cada extremo (14);
- 30 dicha prensa (20) tiene un punzón (26) que presenta una superficie inferior curvada (30) sujeta a una platina superior (22) y extendiéndose hacia abajo desde la misma en una línea central (C) de la prensa, unos bloques laterales inferiores (28) sujetos a una platina inferior (24) y extendiéndose hacia arriba desde la misma equidistante desde la línea central (C) y que presenta unas superficies superiores redondeadas;
- presentando el eje sustancialmente recto (10) su centro (34) alineado con la línea central (C) de la prensa y
- 35 quedando orientado horizontalmente con su parte inferior (36) hacia arriba en la prensa (20);
- quedando sujetos respectivos bloques laterales superiores (42) a los respectivos extremos (14) del tubo del eje (12) adyacente a los husillos (18) equidistantes desde la línea central (C);
- y en el que en dicha etapa de sobre formar la joroba, la platina superior (22) se mueve hacia abajo provocando que el punzón (26) golpee el tubo central (12) formando la joroba (40) con el sobre doblado del tubo central (12), los
- 40 bloques laterales superiores (42) en los extremos del eje (14) haciendo contacto con la platina superior (22) para controlar el sobre doblado limitando de este modo el ángulo de curvatura (α) entre las líneas centrales longitudinales (Lc) de los husillos (18);
- el punzón (26) se retira y entonces el eje (10) experimenta una cierta recuperación elástica creándose tensiones de tracción residuales en la parte inferior (36) de la joroba (40);
- 45 se acoplan respectivas cuñas (43) a las partes superiores de los bloques laterales superiores (42), que presentan una altura (Sh) que permite que la platina superior (22) haga contacto con las superficies superiores de las cuñas (43) sin que el punzón (26) haga contacto con el eje;
- y en el que en dicha etapa de formación del eje en la segunda dirección, la platina superior (22) se mueve hacia abajo y golpea las cuñas (43) doblando los extremos del tubo (14) hacia abajo alrededor de los bloques laterales

ES 2 371 182 T3

inferiores (28) hacia la horizontal, reduciéndose la curvatura (α) a aproximadamente 0 grados con los husillos (18) paralelos, induciéndose dichas tensiones de compresión residuales en la parte inferior (36) de la joroba (40).

9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por el hecho de que dicho eje presenta un grosor de pared aproximadamente de 12,7 mm a 15,9 mm (0,560 a 0,625 pulgadas).

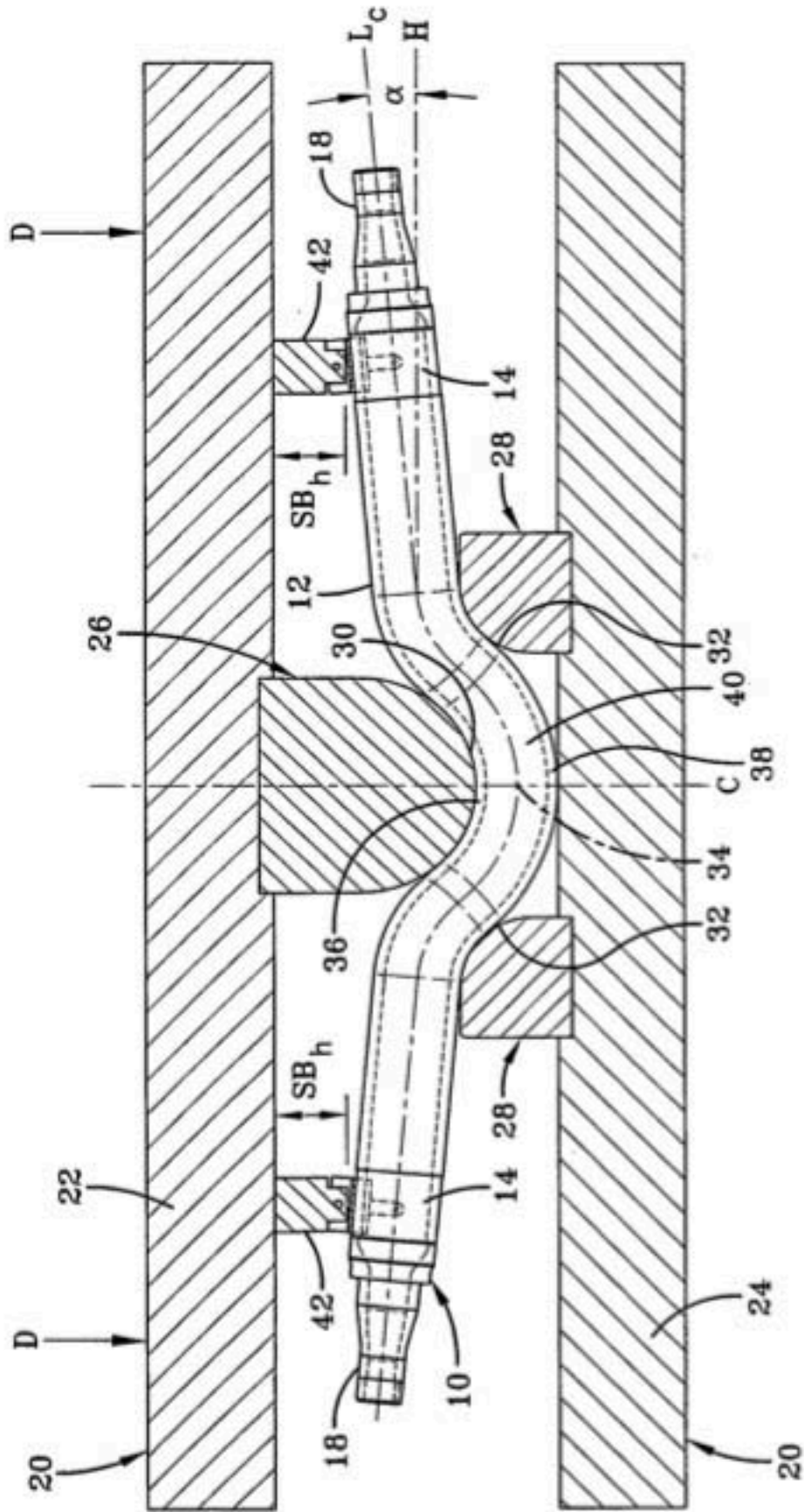
5 10. Eje de centro levantado (44) para un vehículo pesado, formado de acuerdo con un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

11. Eje de centro levantado según la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que dicho eje presenta una deformación permanente en una prueba de carga estática de concentración vertical con una carga total de aproximadamente 307 a 358 kN (69.000 a 80.500 libras).

10 12. Eje de centro levantado según la reivindicación 11, caracterizado por el hecho de que dicho eje presenta una capacidad de carga de aproximadamente 102 kN (23.000 libras).

13. Eje de centro levantado según la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que dicho eje presenta rotura a fatiga en una prueba de fatiga de concentración vertical de aproximadamente 75.000 a aproximadamente 116.000 ciclos cuando se carga con aproximadamente 102 kN (23.000 libras) por husillo del eje.

15 14. Eje de centro levantado según la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que dicho eje presenta rotura a fatiga en una prueba de fatiga de concentración vertical a una media de aproximadamente 104.200 ciclos cuando se carga con 102 kN (23.000 libras) por husillo del eje.



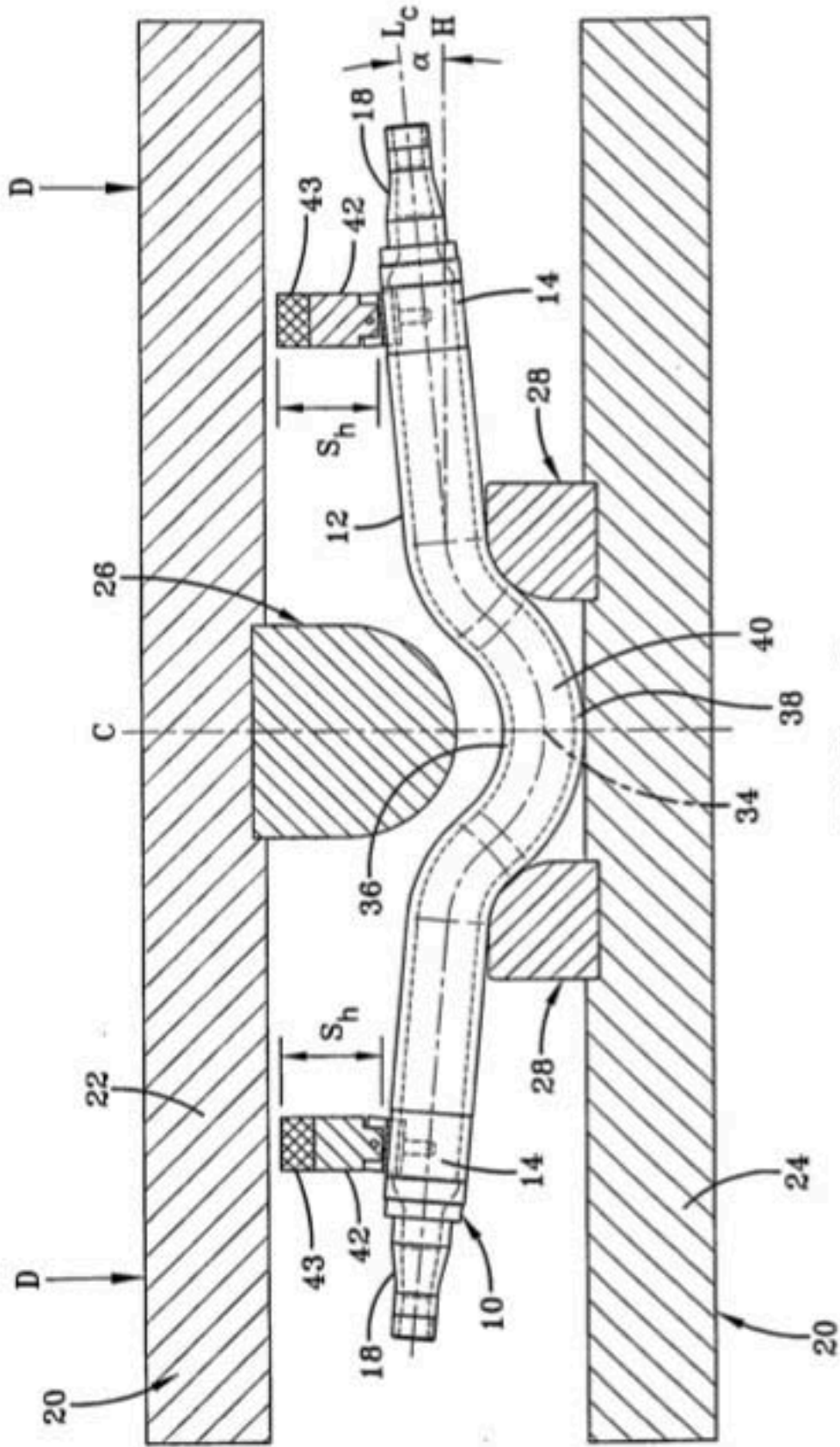
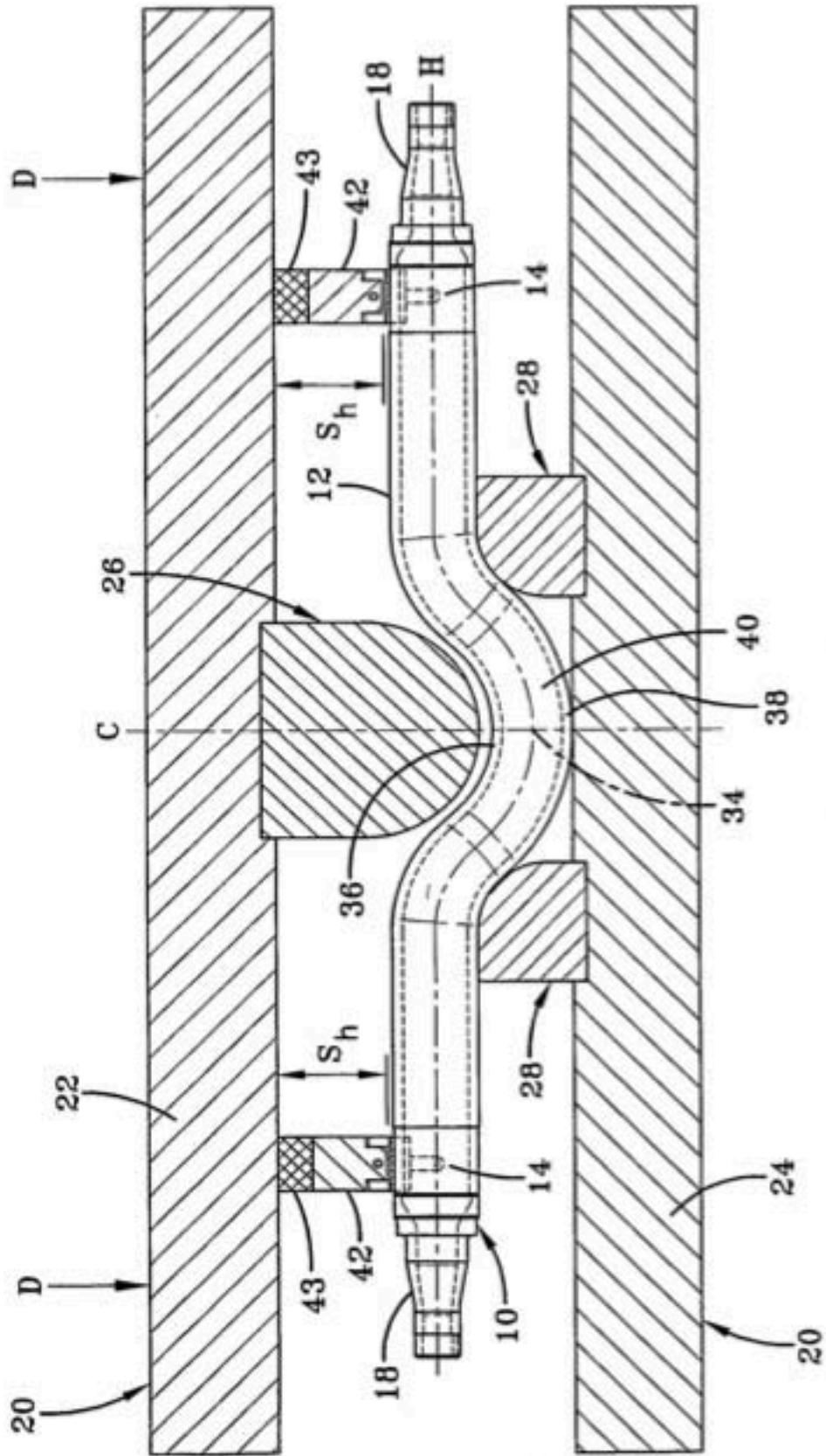


FIG-3



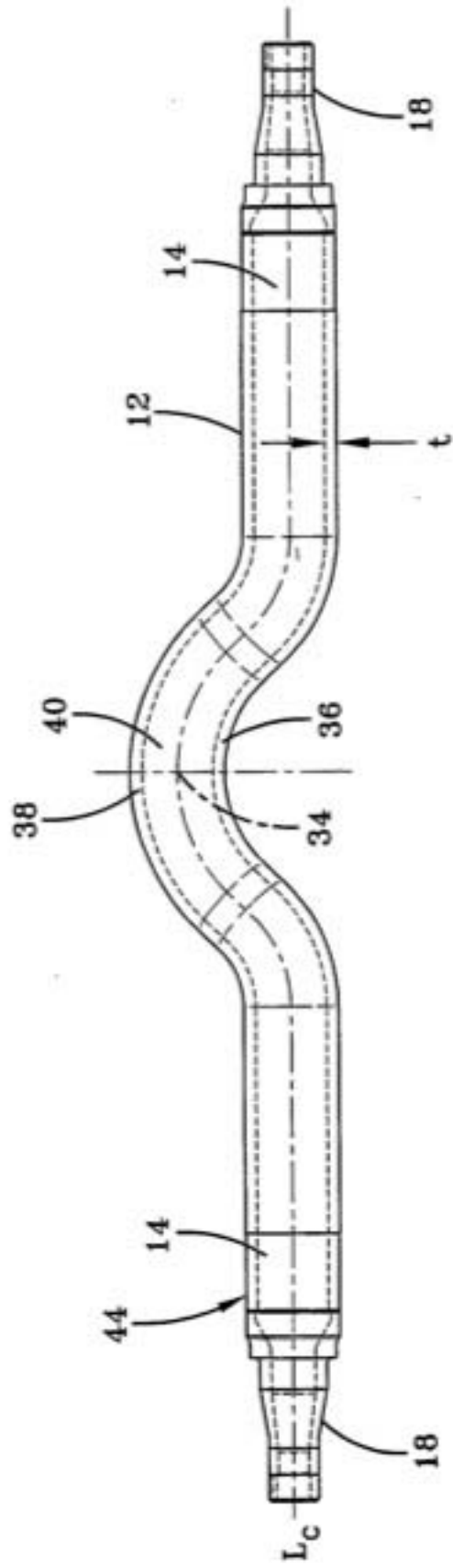


FIG-5