

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 061**

51 Int. Cl.:

B60G 21/05 (2006.01)

B21D 53/88 (2006.01)

B21C 37/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2009 PCT/CA2009/001456**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.04.2010 WO10043036**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2009 E 09820150 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 2334503**

54 Título: **Eje de torsión con grosor de pared variable longitudinalmente**

30 Prioridad:

17.10.2008 US 10638908 P
28.11.2008 CA 2644464

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.04.2020

73 Titular/es:

ARCELORMITTAL TUBULAR PRODUCTS
CANADA G.P. (100.0%)
1330 Burlington Street East
Hamilton, Ontario L8N 3J5, CA

72 Inventor/es:

LEPRE, STEFANO

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 754 061 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 torsión con grosor de pared variable longitudinalmente

5 Campo de la invención

La invención se refiere en general al campo de componentes tubulares para estructuras de suspensión y chasis, y tiene una aplicación particular al eje de torsión tubular de un vehículo.

10 Antecedentes de la invención

En un vehículo, una viga de torsión o un eje de torsión se utiliza normalmente como una estructura de suspensión trasera. Un eje de torsión tiene dos brazos de remolque para conectar las ruedas de carretera a un bastidor de un vehículo y un elemento de travesaño que une los brazos de remolque para formar una carrocería integral. Cada brazo de remolque está conectado de manera pivotante a un bastidor de un vehículo. Cuando las ruedas de carretera son desplazadas de manera desigual en relación con el bastidor del vehículo, tal como cuando las ruedas se encuentran con una superficie desigual o cuando el vehículo está girando, el desplazamiento desigual hace que los brazos de remolque pivoten con distinta magnitud, dando de ese modo como resultado la torsión del elemento de travesaño. La rigidez o resistencia de torsión inherentes del elemento de travesaño proporciona una fuerza de restauración a las ruedas desplazadas de manera desigual.

Para la comodidad y la controlabilidad de conducción (es decir, manejo) del vehículo, los ejes de torsión en general necesitan cumplir unos requisitos de cumplimiento para la rigidez de torsión. Por cumplimiento de la rigidez de torsión se entiende que un eje de torsión necesita tener una rigidez de torsión dentro de un intervalo especificado. Por otro lado, un eje de torsión es un componente que soporta carga y debe estar diseñado para tener suficiente fuerza para soportar cargas lineales, tales como un peso estático de un vehículo y carga dinámica creada mientras el vehículo se mueve.

Ha habido muchas propuestas para hacer que los ejes de torsión cumplan tanto los requisitos de rigidez de torsión o de balanceo como de soporte de carga. Por ejemplo, ha habido propuestas para hacer que los ejes de torsión incorporen una barra de torsión separada. La barra de torsión en este diseño proporciona la resistencia o rigidez de torsión requerida. En algunos diseños, tales como los descritos en la publicación internacional n.º WO 2006/096980, un elemento de torsión soldado a un elemento de travesaño reemplaza la barra de torsión para proporcionar la resistencia a torsión requerida. Las partes separadas permiten que se cumplan los requisitos de diseño separados. Estas propuestas, sin embargo, requieren costes de material y fabricación adicionales. También ha habido propuestas para fabricar elementos de travesaño desde una pieza en bruto tubular, tales como las descritas en la patente de los Estados Unidos n.º 6.616.157 y la patente de los Estados Unidos n.º 6.487.886. Un elemento de travesaño de ese tipo tiene una sección media de rigidez de torsión baja entre dos secciones de transición de rigidez de torsión alta, para conseguir el requisito de rigidez de torsión general. La sección media tiene un perfil de sección transversal de doble pared con forma de U, con forma de V o con forma de estrella de rigidez de torsión baja. Sin embargo, cuando se aplica una fuerza de torsión a un elemento de travesaño de ese tipo, las tensiones tienden a concentrarse en las zonas de transición situadas entre la sección media y las secciones finales, que puede causar preocupaciones sobre la durabilidad. Se han hecho propuestas, tales como la mostrada en la patente de los Estados Unidos n.º 6.758.921, para tratar de forma selectiva mediante calor las zonas de transición para transmitir las propiedades físicas deseadas a las zonas de transición para prevenir el agrietamiento. Este enfoque, sin embargo, introduce etapas de fabricación adicionales y también requiere equipamiento para el tratamiento mediante calor adicional.

A partir del documento DE 201 01 602 U1 se conoce un elemento de travesaño tubular unitario para su uso en un eje de torsión de un vehículo, estando provisto el eje de torsión de dos brazos de remolque, extendiéndose en medio el elemento de travesaño y uniendo los brazos de remolque a dos regiones de conexión del elemento de travesaño para formar un eje, comprendiendo el elemento de travesaño una sección central formada entre las dos regiones de conexión, siendo la sección central elástica torsionalmente y siendo cada una de las regiones de conexión rígidas torsionalmente adyacentes a una porción de la región de conexión uniendo cada uno de los brazos de remolque, en el que el elemento de travesaño tiene una forma de U general y comprende además los dos brazos de remolque que se extienden cada uno desde una de las regiones de conexión en una dirección perpendicular a una dirección longitudinal definida por las regiones de conexión.

A partir del documento DE 201 01 602 U1 se conoce también un método para hacer un elemento de travesaño tubular unitario para su uso en un eje de torsión de un vehículo, teniendo el elemento de travesaño dos regiones de conexión que definen una dirección longitudinal y una sección central formada entre las regiones de conexión, siendo la sección central elástica torsionalmente y teniendo un perfil perpendicular, generalmente abierto, siendo las regiones de conexión rígidas torsionalmente en una porción del mismo, comprendiendo el método: la formación en frío de una pieza en bruto tubular inicial, teniendo la pieza en bruto tubular una región central correspondiente a la sección central, y deformando la región central de la pieza en bruto tubular para ajustarse al perfil perpendicular, generalmente abierto, de la sección central para obtener el elemento de travesaño, en el que el elemento de

travesaño tiene una forma de U general y comprende dos brazos de remolque que se extienden cada uno desde una de las regiones de conexión en una dirección perpendicular a una dirección longitudinal definida por las regiones de conexión.

- 5 Es un objeto de la presente invención mitigar o evitar al menos una de las desventajas mencionadas anteriormente.

Sumario de la invención

10 La presente invención se refiere a un elemento de travesaño para su uso en un eje de torsión y un método para hacer el elemento de travesaño. Un aspecto amplio de la presente invención implica un elemento de travesaño con grosor de pared variable, en el que el grosor de pared varía a lo largo de la longitud del elemento de travesaño para cumplir los requisitos de tensión local anticipados y los requisitos de rigidez de torsión generales.

15 En una realización, el elemento de travesaño tiene dos regiones de conexión y una sección media central entre las dos regiones de conexión, La porción central es elástica torsionalmente y las regiones de conexión son rígidas torsionalmente. Las regiones de conexión están donde los brazos de remolque están sujetos rígidamente o unidos al elemento de travesaño. El elemento de travesaño tubular tiene un grosor de pared variable longitudinalmente desde la porción central elástica torsionalmente hasta cada una de las regiones de conexión rígidas torsionalmente. En una característica de la invención, el grosor de la pared es mayor en al menos una porción de las regiones de conexión
20 que en la sección central. En otra característica de la invención, el grosor de la pared varía suavemente a lo largo del elemento de travesaño desde la porción central elástica torsionalmente hasta cada una de las regiones de conexión rígidas torsionalmente.

25 En otra realización, hay un eje de torsión que tiene un elemento de travesaño con un grosor de pared variable. El elemento de travesaño es una pieza unitaria y está formado a partir de una pieza en bruto tubular. El elemento de travesaño tiene una porción central elástica torsionalmente y dos regiones de conexión rígidas torsionalmente. El grosor de la pared del elemento de travesaño varía longitudinalmente a lo largo de la longitud del elemento de travesaño desde la porción central elástica torsionalmente hasta cada una de las regiones de conexión rígidas torsionalmente. En una característica de esta realización, el elemento de travesaño tiene una forma de U general y
30 comprende dos brazos de remolque cada uno formado íntegramente con y que se extiende desde una de las regiones de conexión en una dirección perpendicular a la dirección definida por la sección central. El extremo terminal de cada brazo de remolque está adaptado para que se una una rueda al mismo. En otra característica de esta realización, el eje de torsión tiene dos brazos de remolque sujetos rígidamente a los extremos opuestos del elemento de travesaño. Un extremo del brazo de remolque está adaptado para conectarse con el bastidor de un
35 vehículo y el otro extremo del brazo de remolque está adaptado para que una rueda se conecte al mismo.

En otros aspectos, la invención proporciona diversas combinaciones y subconjuntos de los aspectos descritos anteriormente.

40 Breve descripción de los dibujos

Para los fines de descripción, pero no de limitación, los aspectos precedentes y otros aspectos de la invención se explican con mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 la figura 1 es una vista en perspectiva de un eje de torsión que incluye un elemento de travesaño de acuerdo con una realización de la presente invención;

50 la figura 2 muestra una vista en perspectiva de un elemento de travesaño utilizado en el eje de torsión mostrado en la figura 1;

la figura 3 es una vista en sección transversal del elemento de travesaño de la figura 2 tomada a lo largo de la línea 3-3;

55 la figura 4 es una vista en sección transversal del elemento de travesaño de la figura 2 tomada a lo largo de la línea 4-4;

la figura 5 es una vista en sección transversal del elemento de travesaño de la figura 2 tomada a lo largo de la línea 5-5;

60 la figura 6 es una vista en sección transversal del elemento de travesaño de la figura 2 tomada a lo largo de la línea 6-6;

65 la figura 7A ilustra en una vista en sección transversal longitudinal una pieza en bruto tubular para hacer un elemento de travesaño mostrado en la figura 2;

la figura 7B ilustra una pieza en bruto tubular inicial de grosor de pared constante que puede utilizarse para formar la

pieza en bruto tubular mostrada en la figura 7A;

la figura 7C ilustra una pieza en bruto tubular parcialmente plana formada a partir de la pieza en bruto tubular mostrada en la figura 7A;

5 la figura 8A muestra un ejemplo de un perfil longitudinal de grosor de pared (solo se muestra una mitad; la otra mitad es una imagen de espejo de la misma);

10 la figura 8B muestra otro ejemplo de un perfil longitudinal de grosor de pared del elemento de travesaño mostrado en la figura 2 que tiene una sección de transición dividida en tres zonas de diseño (solo se muestra una mitad; la otra mitad es una imagen de espejo de la misma);

15 la figura 8C muestra todavía otro ejemplo de un perfil longitudinal de grosor de pared del elemento de travesaño mostrado en la figura 2 que tiene una sección de transición que tiene un grosor de pared estrecho (solo se muestra una mitad; la otra mitad es una imagen de espejo de la misma);

20 la figura 8D muestra un ejemplo adicional de un perfil longitudinal de grosor de pared con un grosor de pared estrecho a lo largo de toda la mitad de un elemento de travesaño (solo se muestra una mitad; la otra mitad es una imagen espejo de la misma);

la figura 9A es una vista en planta desde arriba de un elemento de travesaño como un ejemplo de una realización alternativa a la mostrada en la figura 2;

25 la figura 9B ilustra un ejemplo de un perfil longitudinal de grosor de pared (solo se muestra una mitad; la otra mitad es una imagen de espejo de la misma) del elemento de travesaño mostrado en la figura 9A; y

la figura 9C muestra etapas de un procedimiento para producir un elemento de travesaño mostrado en la figura 9A.

Descripción detallada de realizaciones

30 La siguiente descripción y las realizaciones descritas en ella se proporcionan a modo de ilustración de un ejemplo, o ejemplos, de realizaciones particulares de los principios de la presente invención. Estos ejemplos se proporcionan con fines de explicación, y no limitación, de esos principios y de la invención. En la siguiente descripción, las partes similares están marcadas por toda la memoria descriptiva y los dibujos con los mismos números de referencia respectivos.

35 La figura 1 ilustra un eje 100 de torsión en una estructura de suspensión, en particular, una estructura de suspensión trasera. El eje 100 de torsión incluye un elemento 102 de travesaño. El elemento de travesaño es generalmente alargado, teniendo dos extremos 104 opuestos. El eje 100 de torsión está provisto normalmente de dos brazos 106 de remolque laterales.

40 Cada brazo 106 de remolque tiene un primer extremo 108 y un segundo extremo 110, como se ilustra en la figura 1. El primer extremo 108 está adaptado para conectarse de manera pivotante a un bastidor del vehículo (no se muestra) a través de, por ejemplo, montaje 112 de conexión. Cada uno de los brazos 106 de remolque tiene una rueda 114 engarzada sujeta al mismo adyacente al segundo extremo 110 para soportar una rueda de carretera (no se muestra). El asiento 116 de muelles, u otra estructura de soporte para soportar componentes en suspensión u otros accesorios, puede estar sujeto al brazo 106 de remolque y/o al elemento 102 de travesaño. Cada uno de los brazos 106 de remolque está sujeto rígidamente al elemento 102 de travesaño mediante soldadura, empernado, o cualquier otro medio adecuado. La región que conecta el brazo de remolque con el elemento 102 de travesaño es una región 118 de conexión y, en este caso, está en un extremo 104 del elemento 102 de travesaño.

45 Cuando un vehículo se mueve a lo largo de una superficie de carretera desigual, sus ruedas tienden a moverse hacia arriba y hacia abajo siguiendo la superficie de carretera. Cuando las ruedas en diferentes lados del vehículo se mueven hacia arriba y hacia abajo con distinta magnitud en relación con la carrocería del vehículo, los desplazamientos verticales desiguales de las ruedas hacen que los dos brazos 106 de remolque pivoten con distinta magnitud angular. Como cada extremo 104 del elemento 102 de travesaño está unido a un brazo 106 de remolque, el pivote de los brazos 106 de remolque con distinta magnitud en los extremos opuestos del elemento 102 de travesaño da como resultado el cambio de los extremos opuestos con distinta magnitud, por tanto una torsión del elemento 102 de travesaño. En respuesta a la torsión, el elemento de travesaño proporciona una fuerza de restauración debido a su rigidez de torsión inherente. De forma similar, cuando un vehículo gira, una fuerza centrífuga que actúa en el centro de gravedad de masa suspendida del vehículo causa un desplazamiento de peso desde un lado del vehículo hasta el otro lado del vehículo y, por lo tanto, desde una rueda hasta la otra, que también da como resultado un pivote desigual de los brazos de remolque debido a la resistencia a la torsión del elemento de travesaño. Se desea que el elemento de travesaño sea suficientemente rígido torsionalmente pero no demasiado rígido torsionalmente para proporcionar una comodidad de conducción buena y un buen contacto de las llantas con la carretera, por tanto una buena controlabilidad.

Las figuras 2-6 ilustran un ejemplo de un elemento 102 de travesaño en aislamiento y sus formas de sección transversal perpendiculares en varias localizaciones seleccionadas. Como se observa, el elemento 102 de travesaño es generalmente alargado teniendo dos extremos 104 opuestos que definen una dirección longitudinal. El elemento 102 de travesaño tiene una porción central, es decir, una sección 202 media y dos porciones finales. Cada porción final incluye una sección 204 final formada en uno de los extremos 104 opuestos y una sección 206 de transición formada entre la sección 204 final y la sección 202 media. La sección 202 media es elástica torsionalmente, lo que proporciona la resistencia a torsión requerida. Las secciones 204 finales en esta realización son las regiones 118 de conexión y son rígidas torsionalmente. Las secciones 206 de transición proporcionan una transición desde la sección media elástica torsionalmente hasta las secciones finales rígidas torsionalmente. Como se tratará a continuación, el elemento 102 de travesaño está preferiblemente formado a partir de una pieza en bruto tubular por la cual la sección 202 media, las secciones 206 de transición y las secciones 204 finales comprenden una carrocería uniforme. Las secciones 204 finales están preferiblemente adaptadas para ser unidas a los brazos 106 de remolque laterales.

La forma de sección transversal perpendicular del elemento 102 de travesaño, es decir, la forma de sección transversal en una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal, varía a lo largo de la longitud del elemento de travesaño. La sección transversal perpendicular de la sección 202 media tiene un perfil generalmente abierto, es decir, un perfil que tiene al menos dos patas, estando las patas unidas o al menos conectadas en un extremo y extendiéndose generalmente perpendiculares a la dirección longitudinal, de modo que los otros extremos están separados entre sí para formar un perfil abierto. Algunos ejemplos de un perfil generalmente abierto de ese tipo incluyen un perfil U, un perfil V, un perfil C, un perfil X o un perfil con forma de estrella, general. Un perfil generalmente abierto de ese tipo permite que la sección 202 media sea elástica torsionalmente, mientras que la torsión y flexión de las patas a lo largo de una dirección longitudinal provocada por una torsión aplicada al elemento de travesaño permite un cambio de forma elástico de las patas y una posterior recuperación cuando se elimina la torsión. La rigidez o elasticidad de torsión de una sección media de ese tipo puede ajustarse, por ejemplo ajustando la longitud de la sección media que tiene el perfil perpendicular, generalmente abierto, la forma de sección transversal o el grosor de pared del elemento de travesaño en la sección media. También puede seleccionarse cualquier otro perfil de sección transversal perpendicular que es adecuado para proporcionar una sección media elástica torsionalmente.

El perfil 210 de sección transversal del elemento de travesaño ilustrado en las figuras 3 y 4 tiene una forma de U general. El perfil 210 de sección transversal perpendicular con forma de U tiene dos patas 212 y una porción 214 de conexión central que une las patas. El perfil de sección transversal perpendicular en la sección 202 media tiene la forma de un circuito aplanado. Un perfil de ese tipo puede obtenerse mediante el aplanamiento de una porción de una pieza en bruto tubular y formando adicionalmente la porción aplanada en forma de U. Esto puede ser un procedimiento de dos etapas, es decir, aplanamiento y después formación, o un procedimiento de formación de una etapa combinado.

Como puede verse en la figura 6, la sección 204 final tiene una forma de sección transversal final que puede ser circular, ovalada o alguna otra forma no circular. Tal forma es adecuada para unir la sección final a un brazo de remolque lateral. Tal forma de sección transversal perpendicular también proporciona una sección final rígida torsionalmente, que como se ha observado anteriormente, es una región de conexión. La forma de sección transversal perpendicular de la sección 206 de transición transiciona desde la de la sección 202 media hasta la de la sección 204 final. Se muestra un ejemplo en la figura 5. Preferiblemente, tal transición es suave y gradual. Cuando el elemento de travesaño está retorcido por las fuerzas de torsión opuestas ejercidas en los extremos 104 opuestos, las secciones de transición transmiten las fuerzas de torsión a la sección media. La transición suave ayuda a evitar cualquier acumulación concentrada de tensión en la sección de transición cuando la sección media está retorcida por las fuerzas de torsión ejercidas en las secciones finales y transmitidas a través de las secciones de transición.

La forma de sección transversal en la sección de transición transiciona desde una forma de sección transversal en la sección media, por ejemplo una forma en U o una forma en V, hasta una forma de sección transversal final en la sección final, tal como una forma ovalada. Debido a que las secciones de transición están parcialmente prensadas hacia el interior perpendicularmente a la dirección longitudinal, el cambio de forma en las secciones de transición también confiere algo de elasticidad torsional a las secciones de transición. La sección de transición es más elástica torsionalmente cerca de la sección media que cerca de la sección final, debido al cambio en su forma de sección transversal. La forma de sección transversal de la sección de transición y la variación longitudinal de la forma de sección transversal puede estar determinada por el procedimiento de formación, por ejemplo, mediante la sujeción de las secciones finales fijadas mientras se presiona y se forma la sección media, o puede estar determinada por un molde de formación diseñado para la región de transición, que puede proporcionar un control más preciso de la elasticidad torsional y su variación en la región de transición. También como se apreciará, el grosor de la pared y su variación longitudinal en la sección de transición también afectará a la elasticidad torsional y su variación.

Haciendo referencia a la figura 2, el elemento 102 de travesaño de la invención está preferiblemente provisto de un grosor de pared t variable a lo largo de su longitud, como se muestra en un perfil 222 longitudinal representativo en la figura 2. El ejemplo de elemento 102 de travesaño tiene un grosor de pared que es generalmente uniforme de manera circunferencial como se puede ver en las figuras 3 a 6 y varía longitudinalmente a lo largo del elemento de

travesaño como puede verse en la figura 2. Normalmente, el perfil 222 longitudinal es generalmente simétrico. Esto es, el grosor de pared del elemento de travesaño varía igualmente cuando se mueve desde el centro del elemento de travesaño hasta cualquiera de los dos extremos. Sin embargo, también se consideran los perfiles longitudinales no simétricos, por ejemplo, cuando se requiere la acomodación de cualquier forma no simétrica o condiciones de carga.

La figura 2 ilustra un ejemplo de variación longitudinal de grosor de pared, es decir, la variación de grosor de pared longitudinalmente a lo largo de la longitud de un elemento 102 de travesaño. La sección 202 media ilustrada en la figura 2 tiene la pared más fina, es decir, el grosor es el más pequeño. Un grosor de pared mayor del elemento de travesaño ocurre en la sección 206 de transición. En una realización preferida, el grosor de pared t transiciona suavemente desde una sección hasta la otra, como se ilustra en el perfil 222 longitudinal general. De manera similar a la transición suave del perfil de sección transversal perpendicular en la sección de transición, la transición suave del grosor de pared desde un grosor de pared hasta el siguiente, o desde uno de una sección hasta la otra, también ayuda a evitar la acumulación concentrada de tensión local, en particular, en cualquier región de transición no suave.

Como se ha descrito anteriormente, el elemento de travesaño debe cumplir los requisitos de cumplimiento de rigidez de torsión. Un elemento de travesaño es también un elemento que soporta carga y debe tener también la fuerza requerida para soportar los niveles de tensión generados por las cargas de torsión, flexión, cizalladura y de eje. Como se ha observado, las secciones de transición transmiten fuerzas de torsión ejercidas en extremos opuestos a la sección media. La transición en forma de sección transversal puede causar concentración de tensión en las secciones de transición cuando el elemento de travesaño está retorcido. La durabilidad tiende a verse afectada por cualquier agrietamiento potencial en regiones de alta tensión causada por el retorcimiento frecuente, que es otra preocupación. Como puede apreciarse, grosores mayores permiten reducir tensiones en cualquier estructura dada, pero también aumenta de manera proporcional la rigidez. En lugar de seleccionar un grosor de pared constante para el elemento de travesaño que será un compromiso entre la rigidez baja y los requisitos de tensión permitida máxima, el grosor de pared y su variación a lo largo de la longitud del elemento de travesaño están "ajustados". En otras palabras, el grosor de pared y su variación longitudinal están ajustados de acuerdo con los requisitos del diseño tales como los requisitos de torsión y de soporte de carga generales, y concentraciones de tensión local anticipada. La variación de grosor de pared se selecciona para soportar concentración de tensión local. Por ejemplo, el grosor de pared es mayor en regiones donde se espera mayor concentración de tensión y no se espera tal concentración de tensión más grande. El grosor de pared puede reducirse también donde se requiere que una región sea más conforme. La variación de grosor de pared también puede seleccionarse para minimizar la concentración de tensión local, que da como resultado una tensión local distribuida más uniformemente. La tensión local distribuida uniformemente, especialmente cuando en condiciones de carga severa, ayuda a extender la vida útil del componente, ya que menos concentración de tensión lleva a menos fallos tempranos en estas regiones de tensión alta.

Como se apreciará, una cualquiera de la sección media, las secciones de transiciones y las secciones finales de un elemento de travesaño puede "ajustarse" y está normalmente ajustado para optimizar la distribución de masa a lo largo de la longitud del elemento de travesaño, mientras cumple los requisitos de diseño, tales como distribución de tensión local, cumplimiento de rigidez torsional general, etc. Por ejemplo, cuando se requiere por los requisitos de soporte de carga, la sección media puede tener un grosor de pared mayor que el en las secciones de transición, en las secciones finales o en ambas secciones, o la sección media puede tener un grosor de pared alrededor del mismo que el de una de las otras secciones. De manera similar, las otras secciones pueden tener grosores de pared mayores o menores como se necesita. Dos cualquiera de las secciones, por ejemplo las secciones finales y las secciones de transición, pueden tener también el mismo grosor de pared. Además, dividir el elemento de travesaño en una sección media, dos secciones de transición y dos secciones finales y tratar cada sección para que tenga un grosor de pared generalmente uniforme son solo por conveniencia de la descripción. Cualquiera de estas secciones puede dividirse en subsecciones que puedan tener un grosor de pared variable dentro de la sección, si se desea o se necesita.

En general, el grosor de pared del elemento de travesaño varía longitudinalmente según sea necesario. Por ejemplo, cada sección puede por sí mismo tener un grosor de pared variable. La variación del grosor de pared de cada sección y dentro de cada sección se ajusta, es decir, se adapta, según la tensión local anticipada, sujeta a factores adicionales tales como requisitos generales de rigidez de torsión, requisitos de soporte de carga, material seleccionado, tamaños generales del elemento de travesaño y longitud de cada sección, requisitos de durabilidad, entre otros. El perfil longitudinal mostrado en la figura 2 es solo un ejemplo. También se apreciará que el elemento 102 de travesaño puede tener otras formas, no limitadas a la que se muestra en la figura 2. Cambiar la forma del elemento de travesaño también puede llevar a distribución de la tensión local diferente y a rigidez de torsión general y capacidades de soporte de carga, que pueden llevar también a una variación longitudinal diferente del grosor de pared.

Un elemento de travesaño que tiene un grosor de pared variable como se muestra en la figura 2 puede formarse a partir de una pieza 700 en bruto tubular que tiene un diámetro interno variable y un diámetro externo constante como se muestra en la figura 7, como se describirá a continuación. La pieza 700 en bruto tubular que por sí mismo tiene un grosor de pared variable puede formarse utilizando cualquier técnica adecuada, tal como la descrita en la

Solicitud de PCT n.º PCT/CA2002/00464, cuyo contenido entero se incorpora en el presente documento como referencia. En resumen, una pieza 700 en bruto tubular que tiene un diámetro externo uniforme y un grosor de pared variable se forma a partir de un tubo 720 inicial con un grosor de pared constante (figura 7B) utilizando un mandril y un molde recíprocos ensamblados a través de un procedimiento de formación en frío. El molde tiene una cavidad de molde que tiene una abertura correspondiente al diámetro exterior de la pieza 700 en bruto. El mandril tiene secciones de diferentes diámetros o puede ser estrecho. Cuando se forma en frío la pieza en bruto tubular, el mandril está colocado dentro del tubo y se mueve selectivamente dentro o fuera de la abertura del molde, o con las secciones de diferentes diámetros colocadas selectivamente en la abertura del molde. La abertura del molde tiene un tamaño más pequeño que el diámetro exterior inicial del tubo inicial. El tubo 720 inicial se extiende a través de la abertura del molde. Como el tubo inicial se fuerza a través de la abertura del molde, el diámetro exterior del tubo formado se reduce al tamaño de la abertura del molde. La pared del tubo que se hace pasar a través del molde es estrechada en localizaciones deseadas por el mandril y la abertura del molde, restringiendo de ese modo la pared a un grosor definido por la separación entre una sección del mandril colocada en la abertura del molde y la abertura del molde misma. Si el mandril se elimina de la abertura del molde, no es posible tal estrechamiento y el mandril no afecta el grosor de la pared. Moviéndose selectivamente el mandril dentro y fuera de la abertura del molde y colocando selectivamente secciones del mandril de diferentes diámetros en las aberturas del molde mientras el tubo se extiende a través de la abertura del molde, se obtiene una pieza en bruto tubular de grosor de pared variable. Tras haber alcanzado la pieza en bruto tubular la longitud deseada o designada, el tubo se corta o se rompe a partir del tubo inicial.

Por ejemplo, cuando un tubo 720 inicial se extiende primero a través de la abertura del molde, la sección del mandril situada en la abertura del molde tiene un diámetro de modo que la diferencia entre el diámetro del mandril y el diámetro de la abertura del molde es el doble del grosor de la pared de la sección final para formar una sección final con el grosor de pared deseado. Después de formarse una longitud deseada de la sección final, una región diferente del mandril se mueve gradualmente en la abertura del molde para formar la sección de transición. La diferencia entre el diámetro del mandril en esta región y el diámetro de la abertura del molde es el doble del grosor de pared de la sección de transición. Como el reposicionamiento del mandril es gradual, el cambio resultante del grosor de pared, concretamente la transición desde el de la sección final hasta el de la sección de transición, también tiende a ser suave. Después de formarse una longitud deseada de la sección de transición, otra región diferente del mandril se mueve gradualmente en la abertura del molde. La diferencia entre el diámetro de la abertura del molde y el diámetro del mandril en esta región es el doble del grosor de la pared de la sección media. Después de formarse la sección media, el mandril se vuelve a reposicionar para formar la segunda sección de transición, tras la cual se vuelve a reposicionar para formar la segunda sección final. Entonces se corta el tubo para obtener una pieza en bruto tubular que tiene un grosor de pared variable correspondiente al del elemento de travesaño.

Cuando una pieza en bruto tubular con un grosor de pared variable se forma en frío para de esta manera formar una pieza en bruto tubular inicial para un grosor de pared uniforme, el procedimiento de formación en frío normalmente introduce tensión en regiones de formadas de manera que la pieza en bruto tubular formada en frío puede volverse demasiado rígida o demasiado frágil para procesamientos adicional. Preferiblemente, la pieza en bruto tubular formada en frío está liberada de tensión antes de la formación adicional de la pieza en bruto tubular en un elemento de travesaño.

Como se apreciará, a pesar de que una pieza 700 en bruto tubular mostrada en la figura 7A tiene un diámetro exterior uniforme, solo se utiliza tal pieza en bruto tubular por conveniencia. En particular, se utiliza un molde ajustado o una abertura del molde fijada por conveniencia de fabricación de piezas en bruto tubulares. Pueden emplearse otros tipos de molde ajustado y otras técnicas de formación para producir una pieza 700 en bruto tubular. Por tanto, las piezas en bruto tubulares pueden tener un grosor de pared variable debido a la variación de diámetros internos, debido a variación en diámetros externos o una combinación de variaciones en diámetros internos y externos. Por ejemplo, la pieza en bruto tubular mostrada en la figura 7A tiene un diámetro 710 de tubo interno que varía a lo largo de la longitud de la pieza 700 en bruto tubular y un diámetro 712 externo constante. La distancia entre los diámetros interno y externo es el grosor de pared. Como la diferencia varía a lo largo de la longitud de la pieza en bruto tubular, el grosor de pared varía en consecuencia. En el ejemplo mostrado en la figura 7A, la variación en el grosor de pared de la pieza en bruto tubular y, por tanto, la variación en el grosor de pared del elemento de travesaño formado a partir de la pieza en bruto es debida a la variación en el diámetro interior solo, permaneciendo el diámetro exterior constante generalmente. También es posible mantener el diámetro 710 de tubo interno constante y variar el diámetro 712 externo junto con la longitud de la pieza en bruto tubular. La variación en el grosor de pared se deberá entonces a la variación en el diámetro exterior solo. Por supuesto, ambos diámetros interno y externo pueden variar a lo largo de la longitud de la pieza en bruto tubular y pueden contribuir a la variación del grosor de pared a lo largo de la pieza en bruto tubular y, por tanto, a la variación del grosor de pared del elemento de travesaño.

La figura 7A muestra un ejemplo de una pieza 700 en bruto tubular que tiene un perfil longitudinal de grosor 702 de pared correspondiente a la del elemento de travesaño mostrado en la figura 2. La pieza en bruto tubular mostrada en la figura 7A tiene dos regiones 706 finales opuestas correspondientes a las secciones 204 finales, dos regiones 708 de transición, intermedias formadas entre las regiones 706 finales y una región 704 central formada entre las regiones 708 de transición. Las regiones 708 de transición corresponden a la sección 206 de transición y la región

704 central corresponde a la sección 202 media. Además de algunos pequeños cambios posibles en el grosor de pared causado por un procedimiento de formación descrito a continuación, el grosor de pared de las regiones finales es esencialmente el mismo que el grosor de pared en las secciones 204 finales del elemento de travesaño, el grosor de pared en las regiones 708 de transición es esencialmente el mismo que el grosor de pared en las secciones 206 de transición y el grosor de pared en la región 704 central es esencialmente el mismo que el grosor de pared en la sección media del elemento de travesaño. Después de obtener una pieza 700 en bruto tal, la pieza en bruto tubular se deforma, por ejemplo, formada a presión, para obtener un elemento de travesaño.

Para formar un elemento 102 de travesaño, la pieza 700 en bruto tubular puede aplanarse primero en una porción sustancial en el medio y además deformarse en el perfil transversal con forma de U en la región 704 central. La formación de la región 704 central en el perfil con forma de U puede ser un procedimiento de dos etapas, por ejemplo. En un procedimiento de dos etapas, la primera etapa es aplanar la región central, una porción sustancial de la región central, o la región central y parte de las regiones de transición vecinas, para obtener una pieza 730 en bruto tubular parcialmente aplanada, como se ilustra en la figura 7C. La porción 732 aplanada de la pieza 730 en bruto tubular parcialmente aplanada luego se curva para formar el perfil transversal con forma de U. Por supuesto, estas dos etapas, es decir, aplanamiento y flexión pueden llevarse a cabo también un procedimiento de una etapa combinado. Por ejemplo, la pieza 700 en bruto tubular puede situarse en un molde de formación que tiene una superficie con forma de U longitudinal y entonces tiene una porción sustancial de la pieza en bruto tubular aplanada y deformada al mismo tiempo para ajustarse a la superficie con forma de U del molde de formación. Como la región 704 central está deformada, por ejemplo, formada por un molde de formación o presionada y flexionada, la región 708 de transición, intermedia es deformada mediante fuerzas ejercidas por la región 704 central que está siendo deformada. El perfil transversal del elemento de travesaño preferiblemente transiciona suavemente desde una sección final a través de secciones de transición y la sección media, hasta la otra sección final. Puede formarse un elemento 102 de travesaño que tiene un perfil 222 longitudinal de grosor de pared y un perfil transversal que transiciona desde una forma de U general en la región central a una forma ovalada generalmente aplanada cerca de los extremos a partir de una pieza en bruto tubular.

Como se observa, ninguna de las secciones finales, secciones de transición y secciones medias en general necesita tener un grosor de pared constante. Cualquiera de ellas puede tener regiones de diferente grosor de pared para cumplir los requisitos de diseño para estas secciones. La figura 8A muestra un ejemplo de un perfil longitudinal que representa un elemento de travesaño que tiene su sección de transición dividida en dos regiones, teniendo la región adyacente a la sección final un grosor de pared mayor mientras que el grosor de pared en la otra región es menor. La figura 8B muestra otro ejemplo, en el que la sección 206 de transición está dividida en tres zonas, concretamente zona 1, zona 2 y zona 3, siendo la zona 1 adyacente a la sección 204 final y la zona 3 adyacente a la sección 202 media. La zona 2 se forma entre la zona 1 y la zona 3. Cada una de estas zonas puede estar ajustada, es decir, con su grosor de pared ajustado de acuerdo con los requisitos de diseño, y se denominan zonas de diseño. Como un ejemplo, el grosor de pared en la zona 1 puede ser mayor que en la zona 2, que puede ser mayor que en la zona 3, que puede ser a su vez mayor que en la sección media. Como otro ejemplo, la zona 3 puede tener el grosor de pared más pequeño, teniendo la zona 2 el grosor de pared más grande y teniendo la sección media un grosor de pared entre el de la zona 2 y la zona 3. Por supuesto, también son posibles diferentes números de zonas de diseño en cada sección, otras distribuciones de grosor de pared en estas zonas de diseño y sus valores en relación con el grosor de pared en la sección media y en las secciones finales, dependiendo de los requisitos y restricciones de diseño específicos para diferentes vehículos específicos. La figura 8C ilustra otro ejemplo de variación de grosor de pared. El grosor de pared de la sección 204 final es mayor que el grosor de pared de la sección 202 media. La sección 206 de transición entre la sección 204 final y la sección 202 media tiene un grosor de pared de sección decreciente, es decir, el grosor de pared en la sección de transición desciende continuamente hacia la sección media. La figura 8D proporciona todavía otro ejemplo en el que el grosor de pared disminuye continuamente hacia la mitad del elemento de travesaño en todas las tres secciones, concretamente la sección 204 final, la sección 206 de transición y la sección 202 media.

La figura 9A ilustra un ejemplo de otra realización de un eje 100' de torsión. En lugar de un elemento de travesaño generalmente lineal, el eje 100' de torsión tiene un elemento 102' de travesaño con una forma generalmente de U. El elemento 102' de travesaño con forma de U tiene una sección 202 media generalmente lineal y dos secciones 206 de transición con dos brazos 120 de remolque integrados que forman las patas de la U. Cada brazo 120 de remolque integrado se extiende desde una región 118' de conexión del elemento 102' de travesaño con forma de U. Cada brazo 120 de remolque integrado tiene un extremo 122 terminal que está adaptado para una rueda conectada al mismo, tal como una rueda 114 engarzada sujeta al mismo. El elemento 102' de travesaño con forma de U, incluyendo la sección 202 media, las secciones 206 de transición y las regiones 118' de conexión, y los brazos 120 de remolque formados íntegramente es una pieza unitaria y está formada a partir de una pieza en bruto tubular, como se describirá en detalle a continuación. La forma general y el perfil de sección transversal perpendicular de la sección 202 media, las secciones 206 de transición, las regiones 118' de conexión son sustancialmente los mismos que los del elemento 102 de travesaño generalmente lineal del eje 100 de torsión, además de otras flexiones en las regiones 118 de conexión, y por tanto no se describirán en detalle en el presente documento.

El eje 100' de torsión tiene también un par de brazos 124 laterales que corresponden con la porción delantera de los brazos 106 de remolque del eje 100 de torsión mostrado en la figura 2. Cada brazo 124 lateral tiene un extremo

adaptado para sujetarse a la región de conexión del elemento 102' de travesaño. Esto puede hacerse, por ejemplo, mediante soldadura, empernado, o algún otro medio adecuado. En el ejemplo mostrado en la figura 9A, el brazo 124 lateral está soldado al asiento 116 de muelles y al elemento 102' de travesaño en la región 118' de conexión. Cada uno de los brazos 124 laterales tiene su otro extremo adaptado para conectarse a un bastidor de un vehículo, por ejemplo, montaje 112 de conexión. Los brazos 124 laterales pueden ser tubulares o pueden estar estampados. También pueden tener formas transversales tanto abiertas como cerradas.

El elemento 102' de travesaño tiene un grosor de pared variable que varía a lo largo de la longitud. La variación del grosor de pared proporciona una sección central elástica torsionalmente y regiones de conexión rígidas torsionalmente. Al menos, una porción de cada región 118' de conexión donde se forma un brazo 106 de remolque formado integralmente es rígida torsionalmente. El grosor de pared generalmente varía suavemente a lo largo del elemento de travesaño desde un extremo 122 terminal hasta el otro extremo 122 terminal.

La figura 9B muestra un perfil longitudinal a modo de ejemplo de grosor de pared de un elemento 102' de travesaño (solo se muestra una mitad, la otra mitad es una imagen de espejo de la misma). El grosor de pared es de alrededor de 2,7 mm en la sección 120 de brazo de remolque integrado y entonces se aumenta hasta alrededor de 3,4 mm en la región 118' de conexión. El grosor de pared en la sección 202 central es el más pequeño en este ejemplo, alrededor de 1,7 mm. El ejemplo del elemento 102' de travesaño mostrado en la figura 9B tiene también una sección 206 de transición formada entre cada una de las regiones 118' de conexión y la sección 202 central. La sección 206 de transición en este ejemplo tiene un espesor de pared entre el de la región de conexión y el de la sección central y es de alrededor de 2,3 mm. Por supuesto, se observará que el grosor de pared relativos y sus valores en diferentes regiones en este ejemplo son solo para ilustrar y pueden ser diferentes dependiendo de los requisitos y limitaciones de diseño específicos para diferentes vehículos específicos.

Normalmente se requerirán una serie de etapas para formar un elemento 102' de travesaño. La figura 9C ilustra etapas de un procedimiento, que también incluye un número de etapas opcionales, para formar un elemento 102' de travesaño. El procedimiento 900 empieza con la formación (etapa 910) de una pieza 700 en bruto que tiene un grosor de pared variable. Se han proporcionado los detalles de formación de una pieza en bruto tubular de grosor de pared variable con respecto a la formación de un elemento 102 de travesaño y no se repetirán en el presente documento. La pieza 700 en bruto tubular tiene un perfil longitudinal de grosor de pared correspondiente al del elemento 102' de travesaño, de la que se muestra un ejemplo en la figura 9B. La pieza 700 en bruto tubular está después liberada de tensión (etapa 912) en regiones donde se espera deformación significativa, tales como regiones correspondientes a sección central y regiones de conexión del elemento de travesaño. A continuación y de manera opcional, en una etapa 914 de flexión previa, la pieza en bruto tubular liberada de tensión se flexiona en las regiones de conexión para dar forma de U a la pieza en bruto tubular liberada de tensión. La sección central se forma luego en la etapa 916 para formar el perfil perpendicular generalmente abierto, de la manera descrita anteriormente, con respecto a la formación de un elemento 102 de travesaño generalmente lineal, que no se repetirá en el presente documento. A continuación, en la etapa 918, se forman los brazos 120 de remolque integrados. Se podrán ampliar las dimensiones donde sea necesario de los brazos 120 de remolque integrados formados en esta etapa. Final y opcionalmente, se pueden aplicar calentamiento y enfriamiento brusco (etapa 920) en áreas donde se requiere o se desea mayor fuerza, tal como en las regiones de conexión o las regiones de transición y puede aplicarse además granallado (etapa 922) en estas áreas. De manera conveniente o preferible, puede aplicarse calentamiento y enfriamiento brusco al elemento 102' de travesaño entero. Del mismo modo, se contemplan superficies granalladas tanto parcial como totalmente. También puede aplicarse granallado en la superficie interior, en la superficie exterior o en ambas superficies interior y exterior del elemento 102' de travesaño.

Como se ha observado, algunas de las etapas descritas anteriormente son opcionales. Por ejemplo, dependiendo de las específicas aplicaciones o los requisitos de producción, puede no ser necesario el calentamiento y el enfriamiento brusco (etapa 920) y la etapa 922 de granallado que les sigue inmediatamente. Además, como se observará, algunas de estas etapas pueden no seguir necesariamente el orden mostrado y descrito. Por ejemplo, el calentamiento y el enfriamiento brusco (etapa 920) de la etapa 922 de granallado subsiguiente pueden llevarse a cabo también antes de la etapa de flexión previa (etapa 914), dependiendo de los requisitos de diseño.

Se apreciará que el grosor de pared, para cualquier requisito de carga dado y requisito de rigidez torsional, se ve afectado por el material seleccionado. Un material adecuado para hacer elementos de travesaño es un acero HSLA, tal como un acero HSLA80F (YS 80ksi, UTS 95ksi, el 20% de alargamiento uniforme). Normalmente se prefiere un acero HSLA puesto que proporciona la alta fuerza requerida para algunas aplicaciones normales, sin necesitar enfriamiento brusco subsiguiente ni operaciones de atemperado después de formarse el elemento de travesaño. A pesar de que se prefiere acero HSLA, pueden utilizarse otros materiales. Por ejemplo, mientras que es preferible evitar el tratamiento mediante calor, también se contempla que, para reducir peso adicional o para cumplir valores particularmente bajos de rigidez, pueden utilizarse otros materiales que tengan incluso más fuerza pero que requieran tratamiento mediante calor. Un material tal es acero al boro. El acero al boro, por su fuerza considerablemente alta, puede cumplir los requisitos de carga más fácilmente que el acero HSLA pero con menos peso o con menor rigidez de eje. Puede hacerse un elemento de travesaño a partir de acero boro, tal como acero Mn22B5. Sin embargo, se requerirá el tratamiento mediante calor de las secciones de transición normalmente para endurecer las regiones tratadas mediante calor para conseguir el punto elástico deseado. Las secciones de

transición pueden tratarse mediante calor antes o después de que la sección media se forme en un perfil de sección transversal con forma de U. También se contempla el tratamiento por calor cuando se requiere mayor fuerza en ciertas regiones especiales. Un ejemplo de ese tipo se proporciona anteriormente, en relación con la formación de un elemento de travesaño con forma de U descrita.

5 Se han descrito ahora diversas realizaciones de la invención en detalle. Aquellos expertos en la técnica evidenciarán que pueden hacerse numerosas modificaciones, adaptaciones y variaciones a las realizaciones sin alejarse del alcance de la invención. Como se pueden hacer cambios y/o adiciones al mejor modo descrito anteriormente sin alejarse del alcance de la invención, la invención no está limitada por esos detalles, pero solo por las reivindicaciones adjuntas.

10

REIVINDICACIONES

1. Elemento (102') de travesaño tubular unitario para su uso en el eje (100') de torsión de un vehículo, estando provisto el eje de torsión de dos brazos (120) de remolque, en el que el elemento de travesaño se extiende en medio de y une los brazos de remolque en dos regiones (118') de conexión del elemento de travesaño para formar un eje integral, comprendiendo el elemento de travesaño una sección (202) central formada entre las dos regiones de conexión, siendo la sección central elástica torsionalmente y siendo cada una de las regiones de conexión rígidas torsionalmente adyacentes a una porción de la región de conexión que une cada uno de los brazos de remolque, teniendo el elemento de travesaño un grosor de pared que es generalmente uniforme circunferencialmente y que varía longitudinalmente desde la sección central elástica torsionalmente hasta cada una de las regiones de conexión rígidas torsionalmente, en el que el elemento de travesaño tiene una forma de U general y comprende además los dos brazos de remolque, cada uno formado integralmente con y extendiéndose desde una de las regiones de conexión en una dirección perpendicular a una dirección longitudinal definida por las regiones de conexión.
2. Elemento de travesaño según la reivindicación 1, en el que el grosor de pared del elemento de travesaño varía suavemente desde la sección elástica torsionalmente hasta cada una de las regiones de conexión rígidas torsionalmente.
3. Elemento de travesaño según la reivindicación 1, en el que el grosor de pared en una porción de las regiones de conexión es mayor que el de la sección central.
4. Elemento de travesaño según la reivindicación 1, en el que el grosor de pared en una porción de las regiones de conexión es menor que el de la sección central.
5. Elemento de travesaño según la reivindicación 1, en el que la sección central tiene un perfil perpendicular (210) generalmente abierto para proporcionar elasticidad torsional.
6. Elemento de travesaño según la reivindicación 1, en el que el elemento de travesaño tiene dos extremos opuestos y cada una de las regiones de conexión se forma en uno de los extremos, y en el que cada una de las regiones de conexión comprende además una sección final formada en cada uno de los extremos opuestos del elemento de travesaño y una sección (206) de transición formada entre la sección final y la sección central, en el que las secciones finales son rígidas torsionalmente.
7. Elemento de travesaño según la reivindicación 6, en el que el elemento de travesaño tiene un perfil (210) de sección transversal perpendicular, teniendo el perfil de sección transversal perpendicular una forma de U o una forma de V general en la sección central y transicionando suavemente en la sección de transición desde la forma de U o la forma de V general hasta una forma de sección transversal final en las secciones finales.
8. Elemento de travesaño según la reivindicación 6, en el que el grosor de pared varía en una o más de la sección central, las secciones de transición y las secciones finales.
9. Elemento de travesaño según la reivindicación 6, en el que el grosor de pared es mayor en las secciones de transición que en la sección central.
10. Elemento de travesaño según la reivindicación 6, en el que el grosor de pared es menor en las secciones de transición que en la sección central.
11. Elemento de travesaño según la reivindicación 6, en el que el grosor de pared es mayor en las secciones de transición que en las secciones finales.
12. Elemento de travesaño según la reivindicación 6, en el que el grosor de pared es menor en las secciones de transición que en las secciones finales.
13. Elemento de travesaño según la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos brazos de remolque integrados tiene un extremo (122) terminal, estando el extremo terminal adaptado para conectar una rueda al mismo.
14. Método para hacer un elemento (102') de travesaño tubular unitario para utilizarlo en un eje (100') de torsión de un vehículo, teniendo el elemento de travesaño dos regiones (118') de conexión que definen una dirección longitudinal y una sección (202) central formada entre las regiones de conexión, siendo la sección central elástica torsionalmente y teniendo un perfil perpendicular (210) generalmente abierto, siendo las regiones de conexión rígidas torsionalmente en una porción del mismo, teniendo el elemento de travesaño un grosor de pared que es generalmente uniforme circunferencialmente y que varía longitudinalmente desde la sección central elástica torsionalmente hasta cada una de las regiones de conexión rígidas

torsionalmente, comprendiendo el método:

- 5 a) formar (910) en frío una pieza (720) en bruto tubular inicial de grosor de pared uniforme para obtener una pieza (700) en bruto tubular de grosor de pared variable, teniendo la pieza en bruto tubular una región (704) central correspondiente a la sección central, correspondiéndose el grosor de pared variable de la pieza en bruto tubular con el grosor de pared del elemento de travesaño y
- 10 b) deformar la región central de la pieza (916) en bruto tubular para ajustarse al perfil perpendicular, generalmente abierto, de la sección central para obtener el elemento de travesaño,
- 15 en el que el elemento de travesaño tiene una forma de U general y comprende dos brazos (120) de remolque, estando cada uno integralmente formado con y extendiéndose desde una de las regiones de conexión en una dirección perpendicular a una dirección longitudinal definida por las regiones de conexión, comprendiendo además el método:
- 20 c) flexionar el elemento de travesaño en cada una de las regiones de conexión para formar (914) los brazos de remolque integrados.
- 25 15. Método según la reivindicación 14, en el que la etapa a) incluye proporcionar transición gradual del grosor de pared desde la sección central hasta las regiones de conexión.
- 30 16. Método según la reivindicación 14, en el que el elemento de travesaño tiene dos extremos opuestos y cada una de las regiones de conexión está formada en uno de los extremos opuestos, comprendiendo además el elemento de travesaño una sección final formada a cada uno de los extremos opuestos del elemento de travesaño y una sección (206) de transición formada entre la sección final y la sección central, comprendiendo además la etapa b) deformar la región central mientras se mantiene un perfil de sección transversal final de cada una de las secciones finales no modificadas y permitir que un perfil de sección transversal perpendicular del elemento de travesaño varíe gradualmente en cada una de las secciones de transición.
- 35 17. Método según la reivindicación 14, en el que el elemento de travesaño tiene un perfil (210) de sección transversal perpendicular que varía longitudinalmente a lo largo de la longitud del elemento de travesaño, teniendo el perfil de sección transversal perpendicular una forma de U o forma de V en la sección central, en el que la etapa b) incluye:
- 40 aplanar la región central correspondiente a la sección central para obtener una pieza (730) en bruto tubular parcialmente aplanada, y
- 45 flexionar la región (732) aplanada para formar el perfil perpendicular con forma de U o forma de V,
- 50 en el que al perfil de sección transversal perpendicular del elemento de travesaño se le permite variar suavemente desde la forma de U o forma de V en la sección central hasta un perfil de sección transversal final de las regiones de conexión.
- 55 18. Método según la reivindicación 14, en el que la etapa a) incluye:
- 60 proporcionar una pieza en bruto tubular inicial de un grosor de pared uniforme y un diámetro (712) externo inicial, extendiéndose la pieza en bruto tubular inicial a través de un mandril y un conjunto de molde, incluyendo dicho mandril y conjunto de molde un molde con una abertura de molde más pequeña que el diámetro exterior inicial y un mandril que tiene regiones de diferentes diámetros,
- 65 en el que el mandril está situado selectivamente en la abertura de molde a medida que la pieza en bruto tubular inicial se extiende a través de la abertura del molde para obtener un grosor de pared variable de la pieza en bruto tubular.
19. Método según la reivindicación 14, que comprende además: liberar tensión (912) en la pieza en bruto tubular de grosor de pared variable antes de la etapa b).
20. Método según la reivindicación 14, que comprende además:
- b1) antes de la etapa b), flexión previa de la pieza (912) en bruto tubular para obtener una pieza en bruto tubular deformada previamente con forma de U.
21. Método según la reivindicación 14, que comprende además:
- d) subsiguiente a la etapa c) o antes de la etapa b), aplicar calentamiento o enfriamiento (920) brusco al

elemento de travesaño.

- 5
22. Método según la reivindicación 21, en el que se aplican calentamiento y enfriamiento brusco en las regiones de conexión.
23. Método según la reivindicación 21, que comprende además:
- e) inmediatamente subsiguiente a la etapa d), aplicar granallado (922) al elemento de travesaño.
- 10 24. Método según la reivindicación 23, en el que se aplica granallado en las regiones de conexión
25. Eje (100') de torsión para un vehículo, que comprende:
- 15 el elemento de travesaño tubular unitario según la reivindicación 1;
- teniendo cada uno de los brazos de remolque un primer extremo adaptado para unirlo a un bastidor del vehículo.
- 20 26. Eje de torsión según la reivindicación 25, en el que cada dicho brazo de remolque integrado tiene un extremo (122) terminal, estando el extremo terminal adaptado para conectar una rueda al mismo.

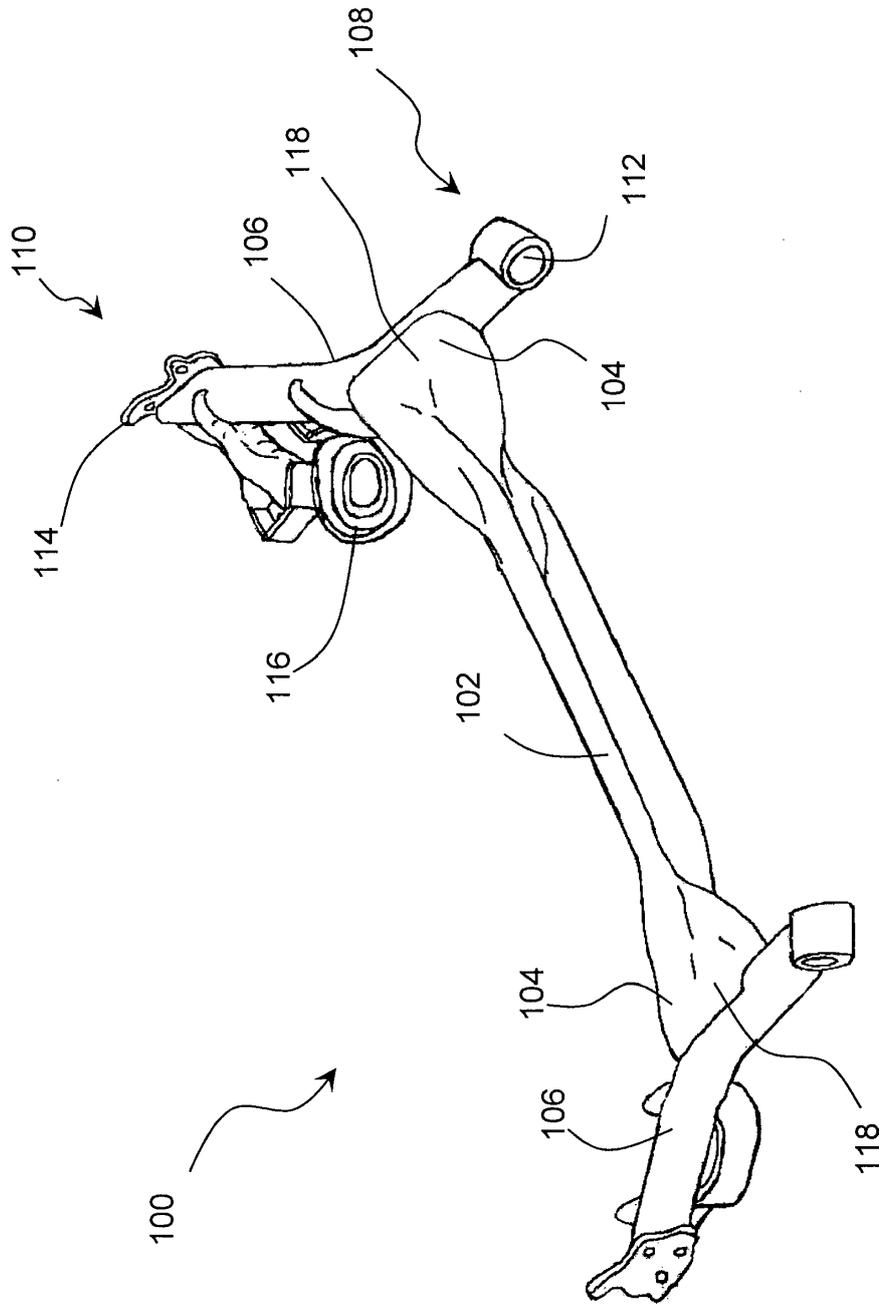


FIG. 1

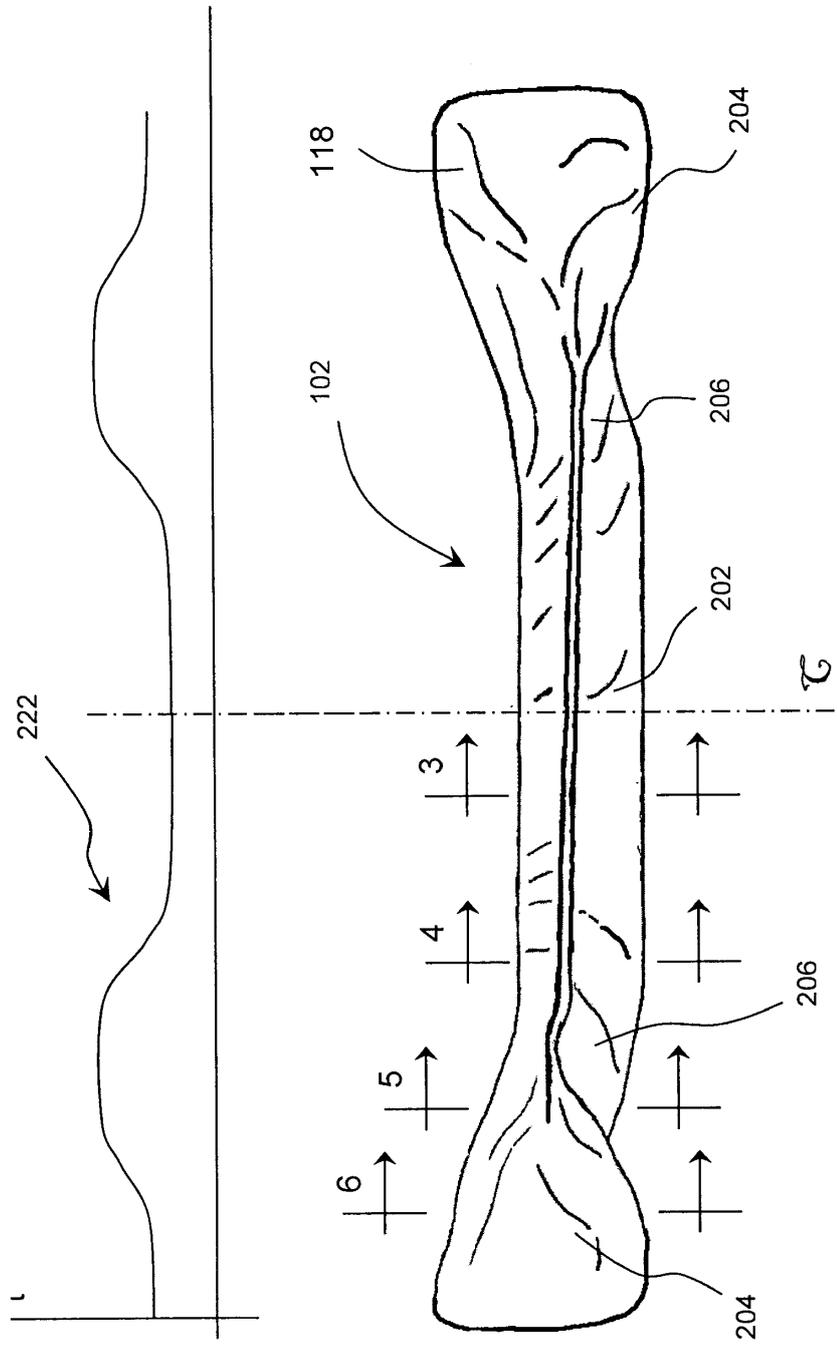


FIG. 2

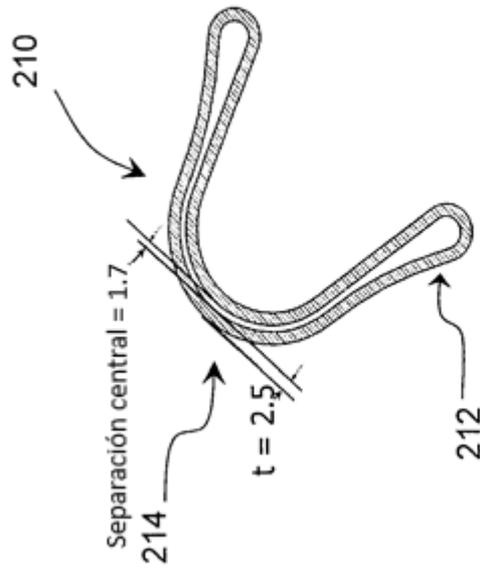


FIG. 3

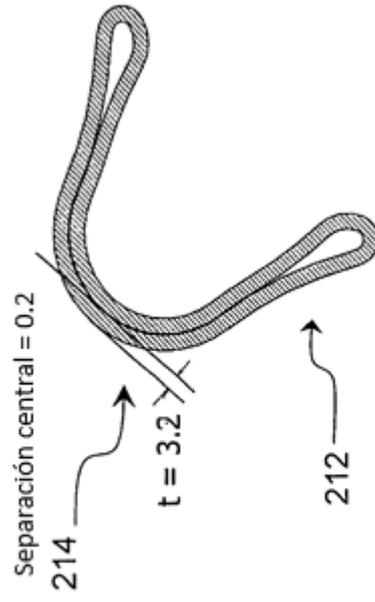


FIG. 4

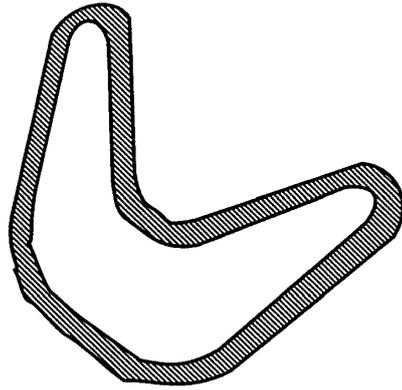


FIG. 5

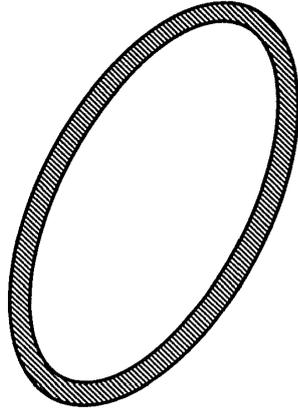


FIG. 6

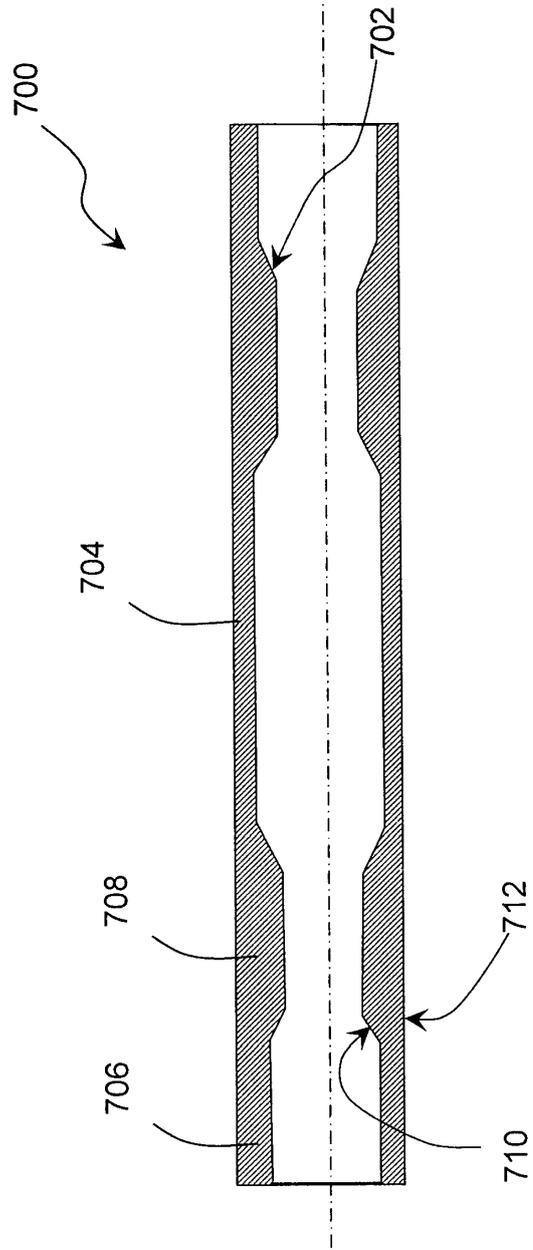


FIG. 7A

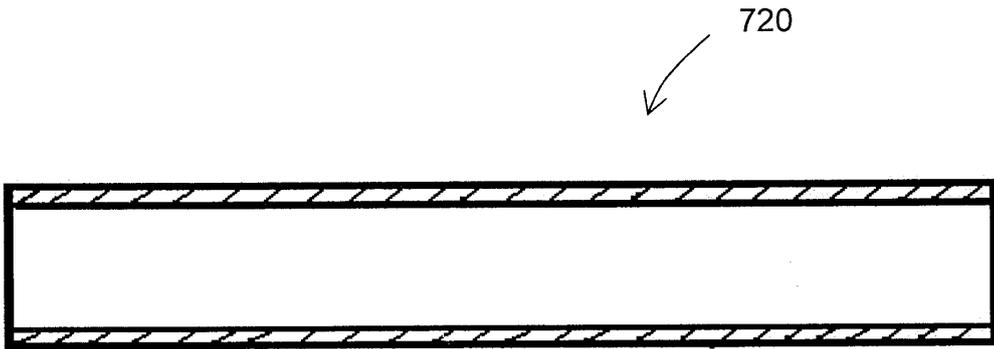


FIG. 7B

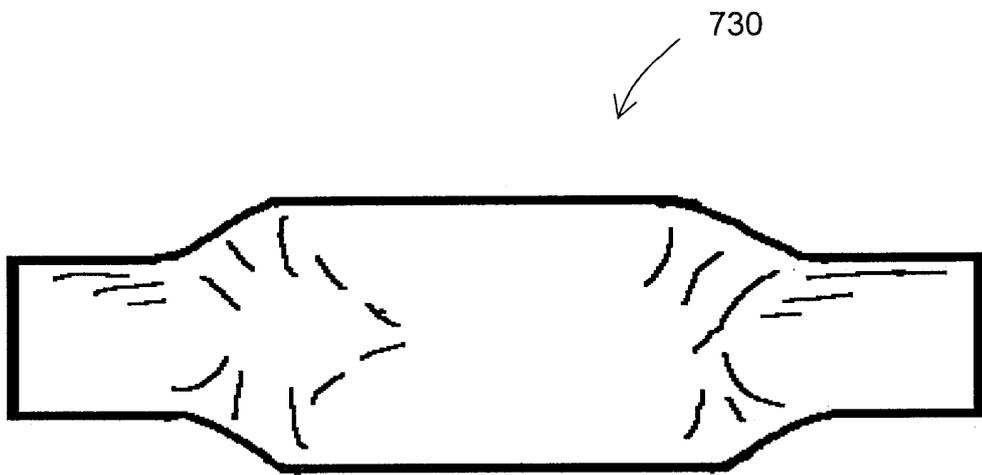


FIG. 7C

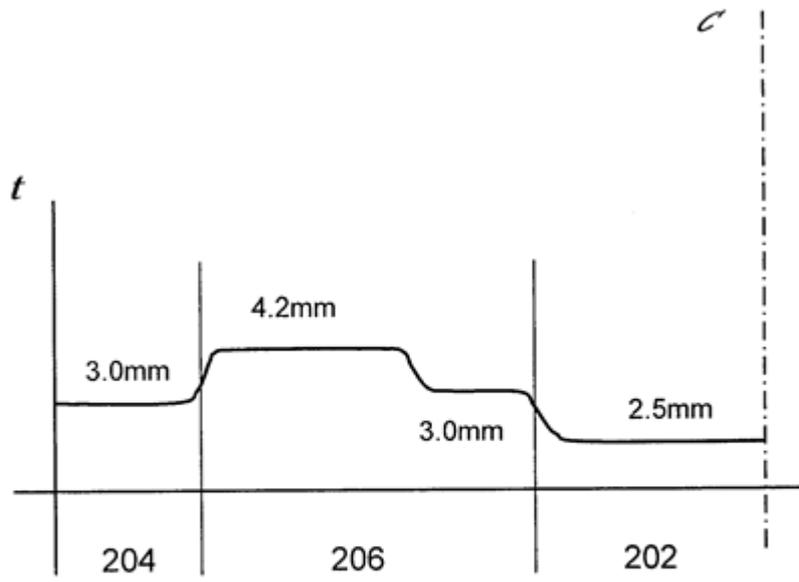


FIG. 8A

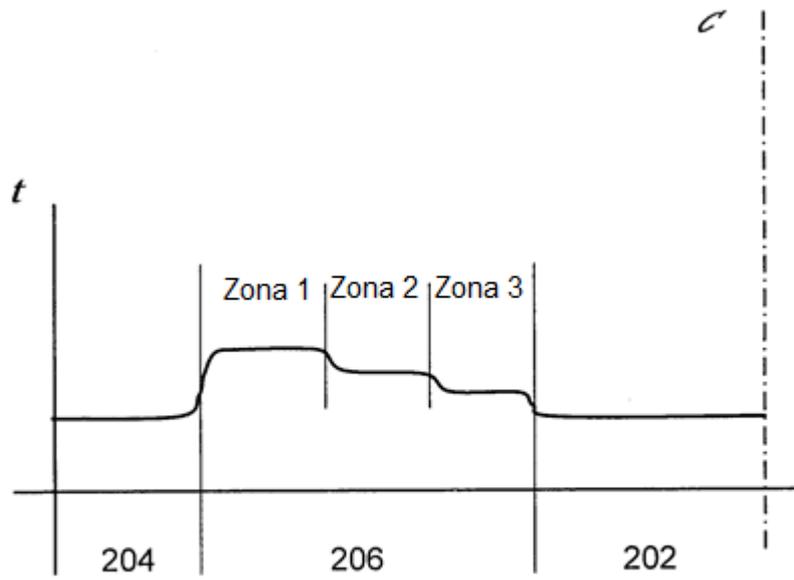


FIG. 8B

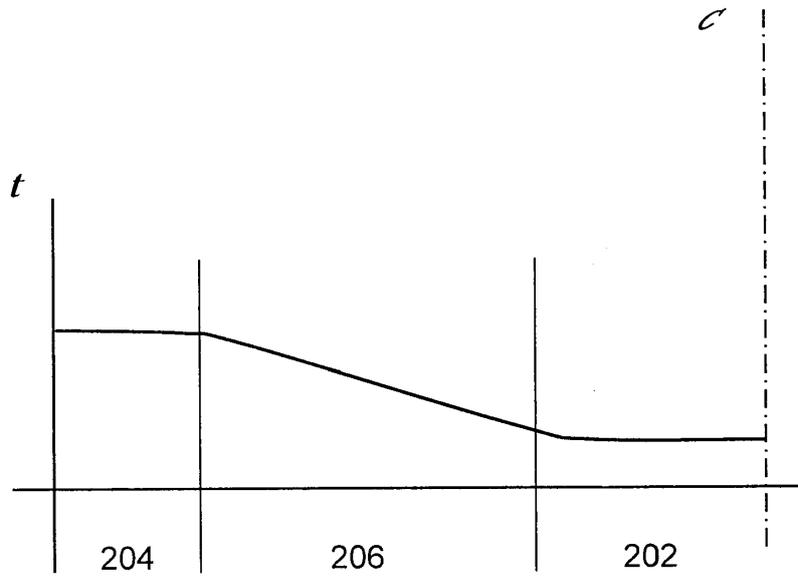


FIG. 8C

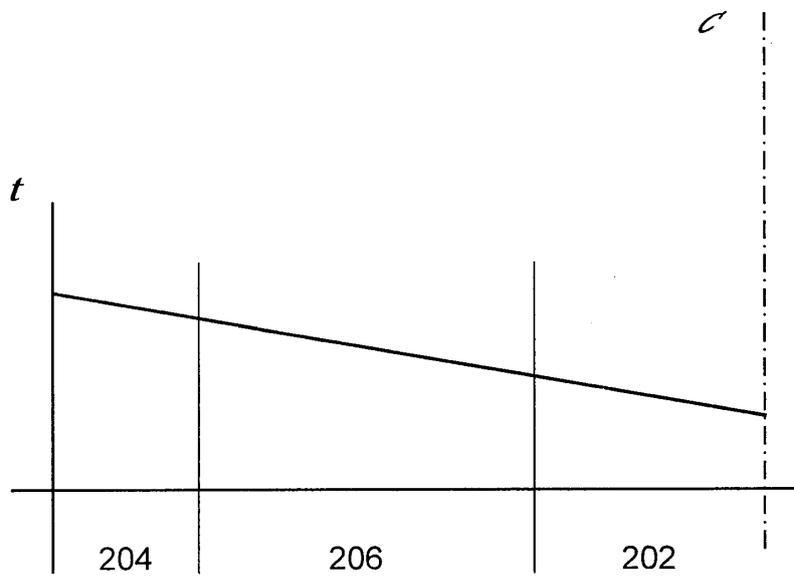


FIG. 8D

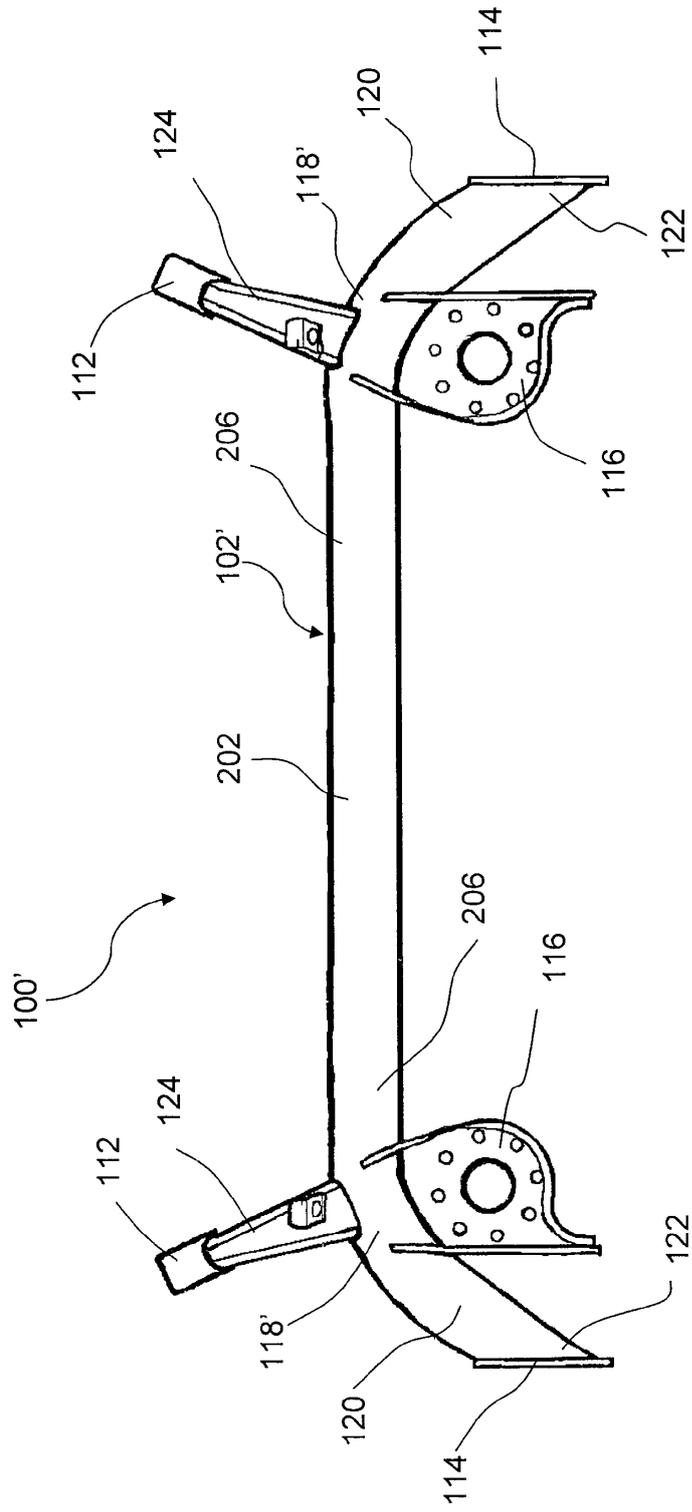


FIG. 9A

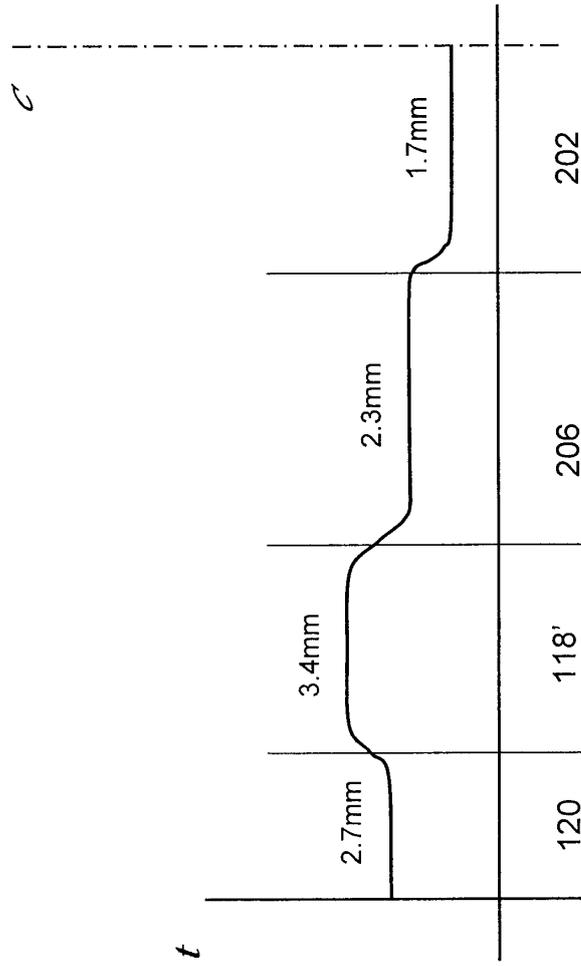


FIG. 9B

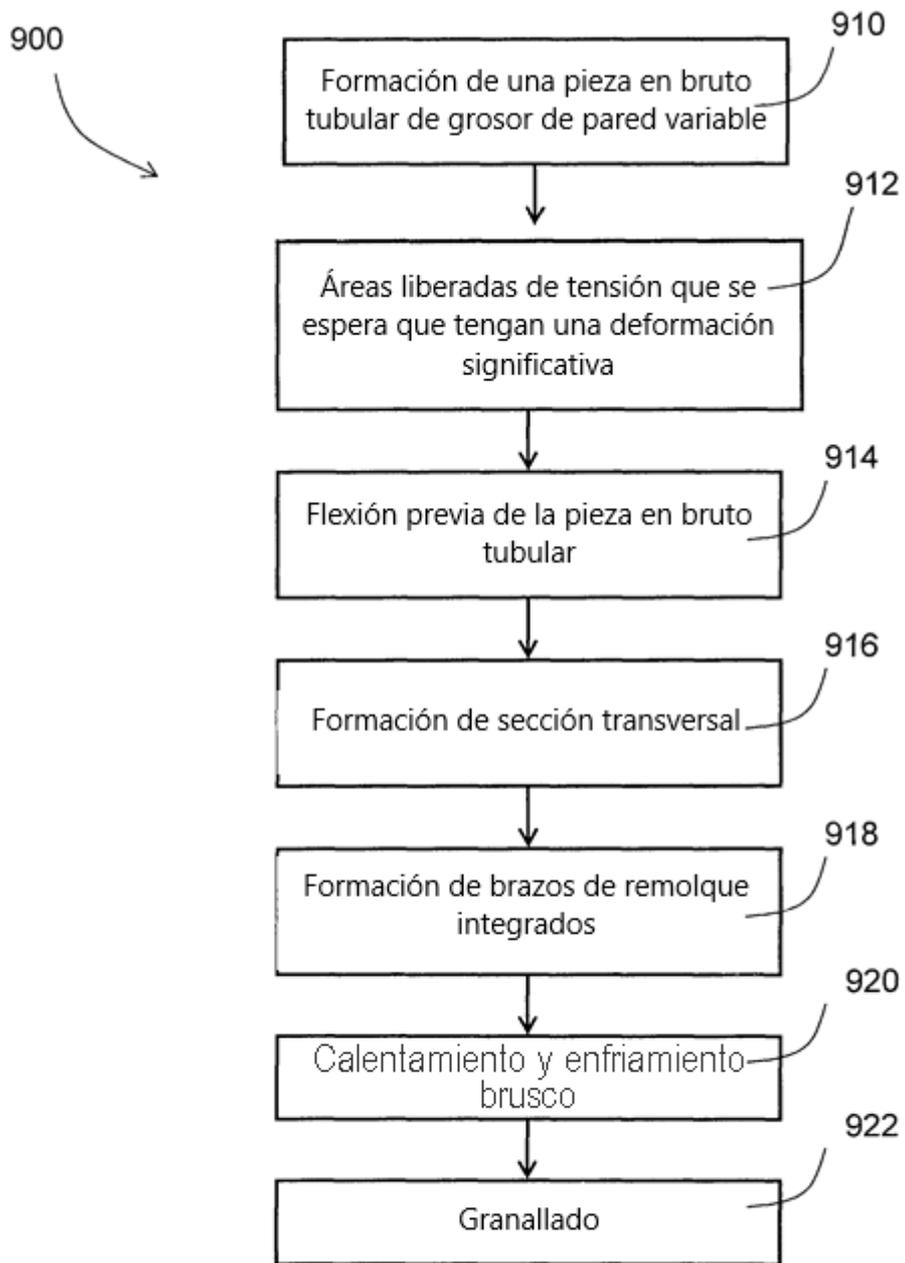


FIG. 9C