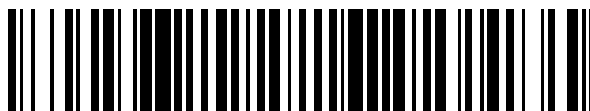


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 025**

51 Int. Cl.:

**F16F 1/12** (2006.01)  
**F16F 1/00** (2006.01)  
**F16F 15/06** (2006.01)  
**F16F 15/067** (2006.01)  
**B60G 11/14** (2006.01)  
**B60G 11/16** (2006.01)  
**C21D 7/06** (2006.01)  
**F16F 1/04** (2006.01)  
**C21D 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2014 PCT/JP2014/064165**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015 WO15181916**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2014 E 14893187 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3150880**

54 Título: **Dispositivo de resorte de suspensión y resorte en espiral de suspensión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.07.2019**

73 Titular/es:  
**NHK SPRING CO., LTD. (100.0%)**  
**3-10, Fukuura Kanazawa-ku**  
**Yokohama-shi, Kanagawa 236-0004, JP**

72 Inventor/es:

**TANGE, AKIRA y**  
**OKADA, HIDEKI**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 721 025 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

Dispositivo de resorte de suspensión y resorte en espiral de suspensión

### Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un aparato de resorte de suspensión, usado para un mecanismo de suspensión de un vehículo, tal como un coche, y a un resorte en espiral de suspensión.

### Antecedentes de la técnica

10 La literatura de patente 1 desvela un ejemplo de un aparato de resorte de suspensión usado para un mecanismo de suspensión de un vehículo, tal como un coche. El aparato de resorte de suspensión incluye un resorte en espiral de suspensión (un resorte en espiral de compresión), un asiento inferior del resorte, dispuesto en el lado inferior del resorte en espiral, y un asiento superior del resorte, dispuesto en el lado superior del resorte en espiral. El resorte en espiral se extiende y se retrae de conformidad con la magnitud de la carga.

15 Las picaduras por corrosión se conocen como una de las causas de la rotura del resorte en espiral de suspensión. A medida que el recubrimiento del resorte en espiral se va desprendiendo, por ejemplo, en fragmentos que han quedado sueltos, se va formando óxido y, a medida que este óxido se expande, se forman picaduras por corrosión. El resorte en espiral se rompe por la picadura por corrosión. Tal y como se desvela en la literatura de patente 2, se ha propuesto la conformación de una película de recubrimiento de estructura de dos capas sobre la superficie de un resorte en espiral de suspensión. La película de recubrimiento de estructura de dos capas comprende una capa de imprimación a base de resina epoxi y una capa protectora a base de resina de poliéster y epoxi, formada sobre la capa de imprimación. La literatura de patente 3 describe un primer granallado y un segundo granallado. En el primer granallado, el primer granallado se realiza para todo el resorte en espiral con una gran energía de proyección. Después de haber realizado el primer granallado, se realiza el segundo granallado con una energía de proyección menor.

25 Una porción de vuelta de extremo del resorte en espiral de suspensión incluye una primera porción, una segunda porción y una tercera porción. La primera porción siempre está en contacto con el asiento del resorte, con independencia de la magnitud de la carga. La segunda porción hace contacto con el asiento del resorte o se separa del asiento del resorte según la magnitud de la carga. La tercera porción siempre está separada del asiento del resorte, con independencia de la magnitud de la carga. Las sustancias extrañas, tales como la arena, pueden quedar atrapadas entre la segunda porción y el asiento del resorte. Un recubrimiento antioxidante se aplica en la superficie del resorte en espiral. Sin embargo, cuando el resorte en espiral se extiende y se retrae en un estado en el que han quedado atrapadas sustancias extrañas duras, tales como arena, entre la porción de vuelta de extremo y el asiento del resorte, la película de recubrimiento puede desprenderse, lo que formaría óxido, o las sustancias extrañas interpuestas pueden dañar la superficie del resorte en espiral. El óxido se forma en la fisura y, cuando el óxido se expande, este se vuelve la causa de que el resorte en espiral se rompa.

Lista de citas

35 Literatura de patentes

Literatura de patente 1: JP 2000-103216A  
 Literatura de patente 2: JP 2005-171297A  
 Literatura de patente 3: JP 2011-000663A

### Problema técnico

40 Como en el resorte en espiral de la literatura de patente 1, cuando una parte de la porción de vuelta de extremo hace contacto con el asiento del resorte o se separa del mismo, entran fácilmente sustancias extrañas, tales como arena, en el espacio, particularmente entre la porción de vuelta de extremo inferior y el asiento del resorte. Cuando las sustancias extrañas quedan atrapadas entre la porción de vuelta de extremo y el asiento del resorte, la película de recubrimiento se desprende y se forma óxido, lo que hace que el resorte en espiral se rompa.

45 Tal y como se describe en la literatura de patente 2, un resorte en espiral que tiene una película de recubrimiento de estructura de dos capas, que está constituida por una capa de imprimación y una capa protectora, resulta eficaz contra los fragmentos que se sueltan. Sin embargo, lo anterior no resulta eficaz contra la corrosión o contra una fisura provocadas por la arena, etc., que haya entrado entre la porción de vuelta de extremo y el asiento del resorte. Además, la película de recubrimiento de la estructura de dos capas tiene el problema de que el coste que se genera por el recubrimiento es elevado en comparación con un resorte en espiral que tenga una película de recubrimiento general. En la literatura de patente 3, tanto el primer granallado como el segundo granallado se realizan para todo el resorte en espiral. Asimismo, en el primer granallado, puesto que las granallas se proyectan a la totalidad del resorte en espiral con una gran energía de proyección, existe el problema de que el consumo de energía es elevado. Adicionalmente, puesto que se necesita un aparato de granallado que pueda soportar una gran energía de proyección, el desgaste del aparato de granallado también resulta significativo.

En consecuencia, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un aparato de resorte de suspensión capaz de impedir que se rompa un resorte en espiral debido a una corrosión producida en una porción de vuelta de extremo, y un resorte en espiral de suspensión.

**Solución al problema**

5 De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un resorte en espiral de suspensión, comprendiendo el resorte en espiral de suspensión una porción de vuelta de extremo inferior, que es menor que una vuelta de un extremo inferior de un alambre conformado con forma helicoidal, y una porción de vuelta de extremo superior, que es menor que una vuelta de un extremo superior del alambre. En este caso, al menos la porción de vuelta de extremo inferior comprende una primera porción, que oscila entre el extremo inferior del alambre y un punto que sobrepasa 0,5  
10 vueltas, y configurada para estar siempre en contacto con el asiento inferior del resorte, independientemente de la magnitud de una carga, una segunda porción, que es contigua a la primera porción y se extiende hasta un punto que es menor que una vuelta, y que está configurada para hacer contacto con el asiento inferior del resorte o para separarse del asiento inferior del resorte de conformidad con la magnitud de la carga, y una tercera porción, configurada para estar siempre separada del asiento inferior del resorte con independencia de la magnitud de la  
15 carga. El resorte en espiral de suspensión comprende una porción de tensión residual de compresión entre la porción de vuelta de extremo inferior y la porción de vuelta de extremo superior, transmitiéndose una tensión residual de compresión, desde una superficie del alambre hasta una primera profundidad, hacia la porción de tensión residual de compresión; y una porción de tensión residual profunda en una región que incluye la segunda porción de la porción de vuelta de extremo inferior, transmitiéndose una tensión residual de compresión, desde una superficie del  
20 alambre hasta una segunda profundidad más profunda que la primera profundidad, hacia la porción de tensión residual profunda

En una realización, el máximo del valor absoluto de la tensión residual de compresión de la porción de tensión residual profunda es mayor que el máximo del valor absoluto de la tensión residual de compresión de la porción de tensión residual de compresión. Asimismo, preferentemente, una porción de transición de tensión en la que la  
25 tensión residual de compresión se reduce gradualmente debería proporcionarse en un límite entre la porción de tensión residual profunda y la porción de tensión residual de compresión. Adicionalmente, una primera indentación de granallado se forma en la superficie de la porción de tensión residual de compresión, una segunda indentación de granallado se forma en la superficie de la porción de tensión residual profunda, y el tamaño de la segunda indentación de granallado es mayor que el tamaño de la primera indentación de granallado. Asimismo, la porción de  
30 tensión residual profunda puede formarse tanto en la porción de vuelta de extremo inferior como en la porción de vuelta de extremo superior.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un aparato de resorte de suspensión, comprendiendo el aparato de resorte de suspensión un asiento inferior del resorte, un asiento superior del resorte y un resorte en espiral de acuerdo con la descripción dada anteriormente, que comprende un alambre conformado con una forma  
35 helicoidal y dispuesto en un estado en el que el resorte en espiral está comprimido entre el asiento inferior del resorte y el asiento superior del resorte.

En una realización, el asiento inferior del resorte comprende una superficie inferior y una pared lateral exterior, que acotan una superficie inferior y una superficie periférica exterior de la porción de vuelta de extremo inferior, respectivamente, y la porción de tensión residual profunda se conforma en una amplitud que incluye la superficie inferior y la superficie periférica exterior de la porción de vuelta de extremo inferior. En otra realización, el asiento inferior del resorte puede comprender una superficie inferior y una pared lateral interior, que acotan una superficie inferior y una superficie periférica interior de la porción de vuelta de extremo inferior, respectivamente, y la porción de tensión residual profunda puede conformarse en un intervalo que incluye la superficie inferior y la superficie periférica interior de la porción de vuelta de extremo inferior.

45 **Efectos ventajosos de la invención**

De acuerdo con la presente invención, es posible impedir que un resorte en espiral se rompa por la corrosión que producen las sustancias extrañas duras, tales como arena, atrapadas entre la porción de vuelta de extremo y el asiento del resorte del resorte en espiral de suspensión, lo que mejora, de ese modo, la durabilidad del resorte en espiral. En el resorte en espiral, una porción de tensión residual profunda debería conformarse mediante granallado ultrasónico, por ejemplo, en una región que incluye al menos la segunda porción (la porción que hace contacto con el asiento del resorte o que está separada del mismo) de la porción de vuelta de extremo.

**Breve descripción de los dibujos**

La FIG. 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente la parte frontal de un vehículo que comprende un aparato de resorte de suspensión.  
55 La FIG. 2 es una vista en sección longitudinal de un mecanismo de suspensión que comprende el aparato de resorte de suspensión mostrado en la FIG. 1.  
La FIG. 3 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo de un resorte en espiral.  
La FIG. 4 es una vista inferior que muestra esquemáticamente una porción de vuelta de extremo de un resorte en

espiral de acuerdo con una primera realización.

La FIG. 5 es un gráfico que muestra una distribución de una tensión residual de cada una de las porciones de tensión residual de compresión y una porción de tensión residual profunda.

5 La FIG. 6 es una vista en sección transversal que muestra esquemáticamente porciones cerca de las superficies de la porción de tensión residual de compresión y la porción de tensión residual profunda, y las granallas que se usan.

La FIG. 7 es una vista en sección transversal que muestra esquemáticamente un aparato de granallado ultrasónico para conformar la porción de tensión residual profunda y una parte de un resorte en espiral.

10 La FIG. 8 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un procedimiento de fabricación del resorte en espiral mostrado en la FIG. 3. La FIG. 9 es un gráfico que muestra los resultados del ensayo de fatiga de un resorte en espiral que tiene una porción de tensión residual de compresión, obtenida mediante un granallado general, y un resorte en espiral que tiene una porción de tensión residual profunda, obtenida mediante granallado ultrasónico.

15 La FIG. 10 es una vista en sección transversal que muestra una parte de una porción de vuelta de extremo de un resorte en espiral y un asiento del resorte de acuerdo con una segunda realización.

La FIG. 11 es una vista inferior que ilustra esquemáticamente la porción de vuelta de extremo del resorte en espiral mostrado en la FIG. 10.

20 La FIG. 12 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente la parte posterior de un vehículo que comprende un aparato de resorte de suspensión de acuerdo con una tercera realización. La FIG. 13 es una vista lateral del aparato de resorte de suspensión mostrado en la FIG. 12 tal y como se ve desde el lateral del vehículo.

La FIG. 14 es una vista en sección transversal de una parte del aparato de resorte de suspensión mostrado en la FIG. 13 a escala ampliada.

25 La FIG. 15 es una vista inferior que muestra esquemáticamente una porción de vuelta de extremo de un resorte en espiral del aparato de resorte de suspensión mostrado en la FIG. 13.

### **Breve descripción de las realizaciones**

A continuación, se describirá un aparato de resorte de suspensión de acuerdo con una primera realización con referencia a las FIGS. 1 a 9.

30 Las FIGS. 1 y 2 muestran un mecanismo de suspensión 11 de tipo torreta McPherson usado en el lado frontal de un vehículo 10. El mecanismo de suspensión 11 comprende un resorte en espiral 12 (un resorte en espiral de compresión), un asiento inferior 13 del resorte, un asiento superior 14 del resorte, un amortiguador 15 y un aislador de montaje 16. El resorte en espiral 12 es un ejemplo de un resorte en espiral de suspensión. El asiento inferior 13 del resorte está dispuesto en el lado inferior del resorte en espiral 12. El asiento superior 14 del resorte está dispuesto en el lado superior del resorte en espiral 12. El resorte en espiral 12 se dispone en un estado tal que está comprimido entre el asiento inferior 13 del resorte y el asiento superior 14 del resorte. Un aparato 18 de resorte de suspensión está constituido por el resorte en espiral 12 y los asientos 13 y 14 del resorte.

40 El amortiguador 15 comprende un cilindro 20, un vástago 21, un mecanismo de generación de fuerza de amortiguación, proporcionado dentro del cilindro 20, un elemento de cubierta 22, etc. En el cilindro 20 hay contenido un fluido tal como aceite. El vástago 21 se inserta en el cilindro 20. El elemento de cubierta 22 cubre una porción de deslizamiento del vástago 21. El vástago 21 puede extenderse y retraerse en la dirección del eje X1 del amortiguador 15 con respecto al cilindro 20. El mecanismo de generación de fuerza de amortiguación aplica resistencia al movimiento del vástago 21. El amortiguador 15 se monta en el cuerpo 30 de un vehículo en una posición tal que está inclinado a un ángulo  $\theta$  con respecto a la línea vertical X<sub>0</sub>.

45 En una porción de extremo inferior del cilindro 20, se proporciona un soporte 26 para montar un elemento de charnela 25 (FIG. 1). La parte inferior del elemento de charnela 25 se soporta de manera pivotante en un brazo inferior 27 a través de una junta esférica 28. El brazo inferior 27 se monta en un elemento transversal 29 de manera que pueda moverse hacia arriba y hacia abajo. El elemento transversal 29 se extiende en la dirección a lo ancho del vehículo 10.

50 La FIG. 3 muestra el estado en el que no se aplica ninguna carga de compresión al resorte en espiral 12 (es decir, el denominado estado libre). En la presente memoria descriptiva, se hace referencia como longitud libre a una longitud del resorte en espiral 12 en el estado libre. Cuando se aplica una carga en el resorte en espiral 12, el resorte en espiral 12 se deforma en la dirección para hacer la longitud más corta que la longitud libre. El aparato 18 de resorte de suspensión mostrado en la FIG. 2 se monta en el cuerpo 30 del vehículo en un estado de ensamblaje en el que el resorte en espiral 12 está comprimido entre el asiento inferior 13 del resorte y el asiento superior 14 del resorte.

55 El resorte en espiral 12 mostrado en la FIG. 3 comprende un alambre 40 conformado con una forma helicoidal. El alambre 40 está conformado a partir de acero para resorte que tiene una sección transversal circular. El resorte en espiral 12 comprende una porción 12a de vuelta de extremo inferior y una porción 12b de vuelta de extremo superior. La porción 12a de vuelta de extremo inferior es la parte que es menor que una vuelta de un extremo inferior 40a del alambre 40. La porción 12b de vuelta de extremo superior es la parte que es menor que una vuelta de un extremo superior 40b del alambre 40. Una porción 12c eficaz helicoidal se conforma entre las porciones 12a y 12b

de vuelta de extremo. La porción eficaz 12c se enrolla en el paso P por el que no se hace ningún contacto en el alambre 40, incluso cuando el resorte en espiral 12 está comprimido al máximo.

El diámetro del alambre 40 es de, por ejemplo, 12,5 mm. En un ejemplo del resorte en espiral 12, un diámetro medio de la espiral es de 110,0 mm, la longitud libre (es decir, la longitud cuando no se aplica ninguna carga) es de 382 mm, el número de vueltas eficaces es de 5,39, la constante del resorte es de 33,3 N/mm. Aunque el diámetro del alambre es principalmente de 8 a 21 mm, puede adoptarse un diámetro del alambre que no se encuentre dentro de este intervalo. Un ejemplo del resorte en espiral 12 es un resorte en espiral cilíndrico. En las otras realizaciones de un resorte en espiral, de acuerdo con la memoria descriptiva del mecanismo de suspensión, puede emplearse un resorte en espiral, tal como un resorte en espiral con forma de barril, un resorte en espiral de reloj de arena, un resorte en espiral ahusado, un resorte en espiral de paso variable, o un resorte en espiral que ya tenga curvado su eje central en el estado libre.

El alambre 40 está conformado por acero para resorte. Aunque el tipo de acero para resorte no está limitado, se da como ejemplo el tipo SAE 9254, que es el acero de conformidad con la normativa de la Sociedad de Ingenieros de Automoción de los EE. UU. (en inglés, U.S. Society of Automotive Engineers). Los componentes químicos (% en masa) del SAE 9254 son C: 0,51 a 0,59; Si: 1,20 a 1,60; Mn: 0,60 a 0,80; Cr: 0,60 a 0,80; S: 0,040 máx.; P: 0,030 máx.; y Fe: el resto. Otro ejemplo del acero para resorte puede ser acero para resorte de resistencia ultra alta. Como ejemplo, los componentes químicos (% en masa) del acero para resorte de resistencia ultra alta son C: 0,40; Si: 1,8; Mn: 0,3; Cr: 1,05; P: 0,010; S: 0,005; Ni: 0,4; Cu: 0,25; V: 0,18; Ti: 0,07; y Fe: el resto.

El resorte en espiral 12 se dispone en un estado tal que está comprimido entre el asiento inferior 13 del resorte y el asiento superior 14 del resorte. Asimismo, el resorte en espiral 12 soporta elásticamente una carga aplicada desde arriba del vehículo 10. La porción 12a de vuelta de extremo inferior hace contacto con una superficie superior del asiento 13 del resorte. La porción 12b de vuelta de extremo superior hace contacto con una superficie inferior del asiento 14 del resorte. El resorte en espiral 12 se extiende al máximo en el momento de rebote total, y se comprime al máximo en el momento de bache total. El estado de "rebote total" se refiere a un estado en el que el resorte en espiral 12 se extiende al máximo por la masa no suspendida cuando se eleva el cuerpo del vehículo. El estado de "bache total" se refiere a un estado en el que el resorte en espiral 12 se comprime al máximo por una carga aplicada desde el lado superior del cuerpo del vehículo.

La FIG. 4 es una vista inferior que muestra esquemáticamente la porción 12a de vuelta de extremo del resorte en espiral 12. La porción 12a de vuelta de extremo comprende una primera porción 12a<sub>1</sub> en un intervalo mostrado por la flecha R1, una segunda porción 12a<sub>2</sub>, en un intervalo mostrado por la flecha R2, y una tercera porción 12a<sub>3</sub>, en la dirección en la que se enrolla el alambre 40. La primera porción 12a<sub>1</sub> se extiende en un intervalo que sobrepasa el intervalo desde el extremo inferior 40a del alambre 40 (es decir, cero vueltas) hasta 0,5 vueltas, es decir, en el intervalo de cero vueltas hasta aproximadamente 0,6 vueltas, por ejemplo. La primera porción 12a<sub>1</sub> siempre está en contacto con el asiento 13 del resorte con independencia de una carga aplicada en el resorte en espiral 12.

La segunda porción 12a<sub>2</sub> es contigua a la primera porción 12a<sub>1</sub>. La segunda porción 12a<sub>2</sub> se extiende hasta un punto menor que una vuelta desde el extremo inferior 40a del alambre 40 (por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 0,6 vueltas hasta aproximadamente 0,9 vueltas). La segunda porción 12a<sub>2</sub> hace contacto con el asiento 13 del resorte o está separada del mismo de conformidad con la carga aplicada en el resorte en espiral 12. Es decir, la segunda porción 12a<sub>2</sub> está separada del asiento 13 del resorte cuando la carga es pequeña, y hace contacto con el asiento 13 del resorte cuando es grande. La tercera porción 12a<sub>3</sub> siempre está separada del asiento 13 del resorte con independencia de la magnitud de la carga.

Al igual que la porción 12a de vuelta de extremo inferior, la porción 12b de vuelta de extremo superior también comprende una primera porción 12b<sub>1</sub>, una segunda porción 12b<sub>2</sub> y una tercera porción 12b<sub>3</sub>. La primera porción 12b<sub>1</sub> se extiende en un intervalo que sobrepasa el intervalo desde el extremo superior 40b del alambre 40 (es decir, cero vueltas) hasta 0,5 vueltas. La primera porción 12b<sub>1</sub> siempre hace contacto con el asiento 14 del resorte con independencia de una carga aplicada en el resorte en espiral 12. La segunda porción 12b<sub>2</sub> es contigua a la primera porción 12b<sub>1</sub>. La segunda porción 12b<sub>2</sub> se extiende hasta un punto menor que una vuelta desde el extremo superior 40b del alambre 40 (por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 0,6 vueltas hasta aproximadamente 0,9 vueltas). La segunda porción 12b<sub>2</sub> hace contacto con el asiento 14 del resorte o está separada del asiento 14 del resorte de conformidad con la carga aplicada en el resorte en espiral 12. La tercera porción 12b<sub>3</sub> siempre está separada del asiento 14 del resorte con independencia de la magnitud de la carga.

El resorte en espiral 12 comprende una porción 50 de tensión residual de compresión y porciones 51 y 52 de tensión residual profunda. La porción 50 de tensión residual de compresión se conforma entre porciones 12a y 12b de vuelta de extremo. Las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda se conforman en las porciones 12a y 12b de vuelta de extremo, respectivamente. Una tensión residual de compresión se transmite hacia la porción 50 de tensión residual profunda hasta una primera profundidad desde la superficie del alambre 40.

Una primera porción 51 de tensión residual profunda se conforma en la porción 12a de vuelta de extremo inferior. La primera porción 51 de tensión residual profunda se conforma en una región que incluye al menos la segunda porción 12a<sub>2</sub> de la porción 12a de vuelta de extremo. Una tensión residual de compresión se transmite hacia la porción 51 de

tensión residual profunda hasta una segunda profundidad. Una segunda porción 52 de tensión residual profunda se conforma en la porción 12b de vuelta de extremo superior. La segunda porción 52 de tensión residual profunda se conforma en una región que incluye la segunda porción 12b<sub>2</sub> de la porción 12b de vuelta de extremo. Una tensión residual de compresión también se transmite hacia la porción 52 de tensión residual profunda hasta la segunda

5

La FIG. 3 representa las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda con líneas paralelas oblicuas (sombreado). Por conveniencia de la explicación, la FIG. 4 representa la porción 51 de tensión residual profunda en un patrón satinado. La porción 51 de tensión residual profunda se conforma en un intervalo que cubre todo el área de la segunda porción 12a<sub>2</sub> de la porción 12a de vuelta de extremo. Un extremo 51a de la porción 51 de tensión residual profunda se posiciona en la primera porción 12a<sub>1</sub> de la porción 12a de vuelta de extremo. El otro extremo 51b de la porción 51 de tensión residual profunda es contiguo a la porción 50 de tensión residual de compresión, conformada en la porción eficaz 12c.

10

Tal y como se ha descrito anteriormente, la porción 51 de tensión residual profunda en el lado inferior se conforma en una región que incluye la segunda porción 12a<sub>2</sub> de la porción 12a de vuelta de extremo inferior, es decir, en una región que tiene la posibilidad de hacer contacto con el asiento 13 del resorte o de separarse de este. Las porción 51 de tensión residual profunda puede conformarse de manera que se extienda entre la segunda porción 12a<sub>2</sub> y la tercera porción 12a<sub>3</sub>.

15

La primera porción 12a<sub>1</sub> de la porción 12a de vuelta de extremo está siempre en contacto con el asiento 13 del resorte. En consecuencia, el extremo 51a de la porción 51 de tensión residual profunda siempre está en contacto con el asiento 13 del resorte. El otro extremo 51b de la porción 51 de tensión residual profunda, es decir, el límite entre la porción 51 de tensión residual profunda y la porción 50 de tensión residual de compresión constituye una porción de transición de tensión. En la porción de transición de tensión, cuanto más lejos del extremo inferior 40a se posicione la vuelta del alambre (es decir, cuanto mayor se vuelva el número que refleja la posición de vueltas del alambre), menor se vuelve gradualmente la tensión residual de compresión. Esta porción de transición de tensión permite impedir que se produzcan tensiones residuales de tracción alrededor del otro extremo 51b, así como impedir que la tensión residual de compresión alrededor del otro extremo 51b cambie rápidamente.

20

25

Igualmente, la porción 52 de tensión residual profunda se conforma en la porción 12b de vuelta de extremo superior. Como en la porción 51 de tensión residual profunda en el lado inferior, la porción 52 de tensión residual profunda se conforma en un intervalo que cubre toda el área de la segunda porción 12b<sub>2</sub> de la porción 12b de vuelta de extremo. Es decir, la porción 52 de tensión residual profunda en el lado superior se conforma en una región que incluye la segunda porción 12b<sub>2</sub> de la porción 12b de vuelta de extremo inferior, es decir, en una región que tiene la posibilidad de hacer contacto con el asiento 14 del resorte o de separarse del mismo. La porción 52 de tensión residual profunda puede conformarse de manera que se extienda entre la segunda porción 12b<sub>2</sub> y la tercera porción 12b<sub>3</sub>.

30

La FIG. 5 representa una distribución de tensión de la porción 50 de tensión residual de compresión (línea discontinua L1), y una distribución de tensión de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda (línea continua L2). El eje horizontal de la FIG. 5 representa una profundidad (una distancia) desde la superficie del alambre 40. Aunque el eje vertical de la FIG. 5 representa un valor de tensión residual, de conformidad con la costumbre del presente campo técnico, el valor de tensión residual de compresión se expresa como un valor negativo. Tal y como muestra la línea discontinua L1 de la FIG. 5, desde la superficie del alambre 40 hasta la primera profundidad D1 (la profundidad de aproximadamente 0,30 mm), se conforma una tensión residual de compresión en la porción 50 de tensión residual de compresión. El valor máximo (el valor absoluto) H1 de una tensión de la porción 50 de tensión residual de compresión es de aproximadamente 750 MPa.

35

40

La línea continua L2 de la FIG. 5 representa una distribución de tensión de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda. En las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda, se conforma una tensión residual de compresión hasta la segunda profundidad D2 (la profundidad de aproximadamente 0,8 mm) desde la superficie del alambre 40. Es decir, en las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda, se conforma una tensión residual de compresión hasta una posición más profunda que la que se forma en la porción 50 de tensión residual de compresión. Además, el valor máximo (el valor absoluto) H2 de la tensión residual de compresión de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda alcanza 900 MPa. Es decir, el valor máximo (el valor absoluto) H2 de la tensión residual de compresión de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda es mayor que el valor máximo (el valor absoluto) H1 de la tensión residual de compresión de la porción 50 de tensión residual de compresión. Cabe destacar que H2 puede ser equivalente a H1 o menor que H1.

45

50

La FIG. 6 es una vista en sección transversal que muestra esquemáticamente porciones cercanas a las superficies de la porción 50 de tensión residual de compresión y porciones 51 y 52 de tensión residual profunda. En la superficie de la porción 50 de tensión residual de compresión, se conforma una primera indentación de granallado 61. La primera indentación de granallado 61 está conformada por una granalla 60 proyectada durante el primer granallado que se describirá más adelante. De esta forma, una tensión residual de compresión se transmite hacia la porción 50 de tensión residual de compresión, hasta que llega a la primera profundidad D1 (FIG. 5) desde la superficie.

55

En la superficie de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda, se conforma una segunda indentación de

granallado 66. La segunda indentación de granallado 66 se conforma por una granalla esférica 65 de acero proyectada durante el segundo granallado (granallado ultrasónico). De esta forma, una tensión residual de compresión que es mayor que la de la porción 50 de tensión residual de compresión se transmite hacia las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda hasta que llega a la segunda profundidad D2 (FIG. 5) desde la superficie. Cabe destacar que el valor absoluto de la tensión residual de compresión de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda puede ser igual a o menor que el valor absoluto de la tensión residual de compresión de la porción 50 de tensión residual de compresión.

La porción 50 de tensión residual de compresión se conforma mediante el primer granallado. En el primer granallado, se rota un propulsor (un rotor de turbina) de un acelerador centrífugo. Asimismo, la granalla 60 impacta sobre la totalidad del resorte en espiral 12 por la fuerza centrífuga producida por la rotación a alta velocidad del propulsor. Un ejemplo de la granalla 60 (FIG. 6) es un alambre cortado. Un ejemplo del tamaño de la granalla es de 0,67 mm y la velocidad de proyección es de 77 m/s. Aunque un nuevo alambre cortado es cilíndrico, el alambre cortado que se ha usado durante cierto tiempo es redondeado y sin bordes afilados. Mediante el primer granallado, no solo se conforma un número de indentaciones 61 en la superficie del alambre 40, teniendo cada una un tamaño d1 (FIG. 6), sino que también se produce una tensión residual de compresión desde la superficie del alambre 40 hasta la primera profundidad D1 anteriormente mencionada.

La FIG. 7 representa esquemáticamente un aparato 70 de granallado ultrasónico que realiza el segundo granallado. El aparato 70 de granallado ultrasónico comprende un alojamiento 71, un oscilador ultrasónico 72, un accionador 73 y una pluralidad de granallas esféricas 65 de acero. El alojamiento 71 sirve como medio de ocultación. El oscilador ultrasónico 72 está dispuesto dentro del alojamiento 71. Las granallas esféricas 65 de acero se acomodan para poder moverse dentro del alojamiento 71. Cada una de las granallas esféricas 65 de acero es sustancialmente una esfera perfecta y tiene una superficie lisa como en las bolas de acero, por ejemplo, de un rodamiento de bolas. El diámetro de cada granalla esférica 65 de acero es, por ejemplo, de 3 a 4 mm. El diámetro de cada granalla esférica 65 de acero es considerablemente mayor que el tamaño de la granalla 60 (por ejemplo, 0,6 a 1,2 mm) que se usa en el primer granallado. Además, la granalla esférica 65 de acero tiene su superficie lisa en comparación con una granalla 60 general y es casi una esfera perfecta.

Por ejemplo, la dureza de la granalla esférica 65 de acero es de 670 HV. El alojamiento 71 se proporciona para cubrir una región del alambre 40 que debe proyectarse. En este estado, el oscilador ultrasónico 72 se hace oscilar a una frecuencia de 20 kHz, y a una amplitud de 150  $\mu$ m, por ejemplo, por medio de un accionador 73. Las granallas esféricas 65 de acero se proyectan, de ese modo, hacia el alambre 40 de dentro del alojamiento 71. Por ejemplo, el tiempo de proyección de las granallas esféricas 65 de acero es de 80 segundos, la distancia de proyección es de 90 mm y una altura de arco (grado C) es de 0,289 mm.

Un número de granallas esféricas 65 de acero se proyecta desde el oscilador ultrasónico 72 hacia el alambre 40. Estas granallas esféricas 65 de acero chocan contra la superficie del alambre 40 y rebotan de vuelta, y el oscilador ultrasónico 72 las proyecta de nuevo hacia el alambre 40. A medida que se repite de esta forma la proyección y la reflexión de las granallas esféricas 65 de acero, tal y como se muestra en la FIG. 6, se va conformando la segunda indentación de granallado 66 que tiene un tamaño de indentación d2 (diámetro de indentación). El tamaño de indentación d2 de la segunda indentación de granallado 66 es mayor que el tamaño de indentación d1 de la primera indentación de granallado 61.

Cuanto mayor sea el tamaño de las granallas, mayor se vuelve la masa. Por consiguiente, la energía cinética de la granalla esférica de acero 65 usada en el segundo granallado es significativamente grande en comparación con la de la granalla 60 usada en el primer granallado. De este modo, con el segundo granallado, tal y como muestra el segmento de línea L2 de la FIG. 5, se produce una gran tensión residual de compresión desde la superficie hasta la profundidad D2. Además, el valor máximo (el valor absoluto) H2 de la tensión residual de compresión de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda es mayor que el valor máximo (el valor absoluto) H1 de la tensión residual de compresión de la porción 50 de tensión residual de compresión.

Tal y como se ha descrito anteriormente, las granallas esféricas 65 de acero impactan en el resorte en espiral 12 mediante el aparato 70 de granallado ultrasónico. El diámetro de la granalla esférica 65 de acero es, por ejemplo, de 4 mm, y es mayor que el tamaño de la granalla 60 usada en el primer granallado más de tres veces. Asimismo, puesto que la superficie de la granalla esférica 65 de acero es casi una esfera perfecta, el tamaño de indentación d2 de la segunda indentación de granallado 66 es mayor que el tamaño de indentación d1 de la primera indentación de granallado 61. Adicionalmente, la superficie de la segunda indentación de granallado 66 es lisa. En consecuencia, es posible impedir que la segunda indentación de granallado 66 conformada en la porción 12a de vuelta de extremo sea un punto de inicio de la rotura del resorte en espiral 12.

La FIG. 8 muestra un ejemplo de un procedimiento de fabricación de una carcasa en la que se conforma el resorte en espiral 12 en un intervalo de temperatura de trabajo en caliente.

En la etapa de calentamiento S1 de la FIG. 8, un material (un alambre) del resorte en espiral 12 se calienta hasta una temperatura de austenización (es decir, más alta que un punto de transformación A<sub>3</sub> y más baja que 1150 °C). A continuación, en la etapa de conformación S2, el material se enrolla con una forma helicoidal. Después de esto, en la

etapa de tratamiento térmico S3, el alambre se somete a un tratamiento térmico de temple y de revenido. En la etapa de tratamiento térmico S3, el alambre está sometido a un refinado térmico para que la dureza del alambre se vuelva de 47 a 59 HRC. Después de eso, al utilizar el calor restante de la etapa de tratamiento térmico S3, la etapa de ajuste en caliente S4 se realiza a una temperatura de trabajo caliente (150 a 350 °C). En la etapa de ajuste en caliente S4, en la dirección axial del resorte en espiral 12 se aplica una carga en el resorte en espiral 12 durante un tiempo predeterminado.

Asimismo, en la etapa de primer granallado S5, el primer granallado se realiza en el intervalo de temperatura de trabajo en caliente. En la etapa de primer granallado S5, se usa una granalla (es decir, un alambre cortado de acero) cuyo tamaño de granalla (diámetro granular) es de 0,67 mm. Esta granalla se proyecta en el alambre a una velocidad de 77 m/s a una temperatura de procesamiento de 230 °C. De esta forma, la porción 50 de tensión residual de compresión se conforma en todo el resorte en espiral 12 hasta la primera profundidad D1. Cabe destacar que en la etapa de primer granallado S5, puede proyectarse una granalla que tiene el tamaño de granalla de 1,1 mm a una velocidad de 77 m/s a una temperatura de procesamiento de 230 °C.

También, puede aplicarse un granallado de múltiples fases en la etapa de primer granallado S5. En el granallado de múltiples fases, el granallado se realiza por separado en dos fases o en tres fases o más. El granallado anterior se realiza usando una granalla de gran tamaño que tiene un tamaño de granalla de, por ejemplo, 0,87 a 1,2 mm, y el granallado posterior puede llevarse a cabo después de este usando una granalla de pequeño tamaño que tiene el tamaño de granalla de, por ejemplo, 0,4 a 0,7 mm.

En la etapa de segundo granallado S6, el segundo granallado (granallado ultrasónico) se lleva a cabo usando el aparato 70 de granallado ultrasónico. El segundo granallado se realiza a una temperatura inferior a la del primer granallado (por ejemplo, a temperatura ambiente). Asimismo, en el segundo granallado se usan las granallas esféricas 65 de acero, teniendo cada una un diámetro de 4 mm, que es significativamente mayor que el tamaño de la granalla 60 del primer granallado. El tiempo de proyección de las granallas esféricas 65 de acero es de, por ejemplo, 80 segundos.

Tal y como se muestra en la FIG. 7, el aparato 70 de granallado ultrasónico proyecta las granallas esféricas 65 de acero en la superficie del alambre 40. Como resultado, la porción 51 de tensión residual profunda se conforma a lo largo del intervalo del ángulo  $\alpha_1$  en la superficie inferior de la porción 12a de vuelta de extremo. En este momento, el aparato 70 de granallado ultrasónico puede moverse en las direcciones de la flecha de dos puntas Y.

El aparato 70 de granallado ultrasónico se mueve desde el extremo 51a de la porción 51 de tensión residual profunda hasta el otro extremo 51b (FIG. 4). Una tensión residual de compresión en la segunda profundidad D2 se produce de ese modo en la porción 51 de tensión residual profunda. El otro extremo 51b de la porción 51 de tensión residual profunda es la porción de transición de tensión. En la porción de transición de tensión, la tensión residual de compresión se reduce gradualmente desde la porción 51 de tensión residual profunda hasta la porción 50 de tensión residual de compresión. En el otro extremo 51b de la porción 51 de tensión residual profunda, con el fin de conformar la porción de transición de tensión, se aumenta gradualmente una velocidad de movimiento del aparato 70 de granallado ultrasónico o se reduce gradualmente una velocidad de proyección de las granallas esféricas 65 de acero. De esta forma, la tensión residual de compresión puede reducirse desde la porción 51 de tensión residual profunda hasta la porción 50 de tensión residual de compresión.

Cuando la porción 52 de tensión residual profunda ha de conformarse en la porción 12b de vuelta de extremo superior, al contrario que lo que se muestra en la FIG. 7, colocando la porción 12b de vuelta de extremo superior boca abajo, el oscilador ultrasónico 72 proyecta las granallas esféricas 65 de acero hacia la porción 12b de vuelta de extremo desde el lado inferior de la porción 12b de vuelta de extremo.

El diámetro exterior de la granalla esférica 65 de acero usada en la etapa de segundo granallado S6 es significativamente mayor en comparación con el tamaño de la granalla usada en la etapa de primer granallado S5. Además, la granalla esférica 65 de acero es sustancialmente una esfera perfecta y su superficie es lisa. En consecuencia, el estado de la superficie del alambre para el que se realiza la etapa de primer granallado S5 puede mejorarse mediante la etapa de segundo granallado S6. La rugosidad superficial media de la porción 50 de tensión residual de compresión después de la etapa de primer granallado S5 es, por ejemplo, de 5,4  $\mu\text{m}$ . En cambio, la rugosidad superficial media de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda después de la etapa de segundo granallado S6 es, por ejemplo, de 5,1  $\mu\text{m}$ .

Mediante la etapa de segundo granallado S6, se conforman las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda en porciones 12a y 12b de vuelta de extremo, respectivamente. En las partes en las que se conforman las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda, se elimina la porción 50 de tensión residual de compresión que se ha formado mediante el primer granallado. En consecuencia, una región entre las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda permanece como la porción 50 de tensión residual de compresión.

Después de haber terminado la etapa de segundo granallado S6, se lleva a cabo una etapa de preajuste S7 según sea necesario. En la etapa de preajuste S7, se ajusta la longitud del resorte en espiral cuando no se aplica ninguna carga (es decir, la longitud libre). Mediante la etapa de preajuste S7, puede mejorarse la propiedad de deformación



por fluencia lenta (la resistencia de ajuste) del resorte en espiral. Cabe destacar que la etapa de preajuste S7 puede omitirse. A continuación, en la etapa de recubrimiento S8, se aplica un recubrimiento antioxidante en la totalidad del resorte en espiral mediante pintura electrostática, etc. Finalmente, el resorte en espiral se completa después de haberse realizado la inspección de calidad S9.

5 La explicación anterior aplica cuando el resorte en espiral 12 se conforma mediante trabajo en caliente. En cambio, cuando el resorte en espiral 12 se conforma mediante trabajo en frío, en una etapa de tratamiento térmico, un tratamiento térmico de temple y revenido se realiza para el alambre. Después de esto, en una etapa de conformación (etapa de enrollamiento), el alambre se conforma con una forma helicoidal. Entonces, se lleva a cabo una etapa de recocido para aliviar la tensión. En la etapa de recocido para aliviar la tensión, el resorte en espiral se  
10 deja como está en una atmósfera de una temperatura predeterminada durante un tiempo predeterminado, por lo que se elimina la tensión de procesamiento producida en el momento de la conformación. Después de eso, en una etapa de ajuste en caliente, se lleva a cabo un ajuste en caliente. Asimismo, en una etapa de primer granallado, se lleva a cabo el primer granallado, tal y como se ha descrito anteriormente. En una etapa de segundo granallado que se realiza después de esta, se lleva a cabo el segundo granallado (granallado ultrasónico). Asimismo, al llevar a cabo una etapa de preajuste según sea necesario, se ajusta la longitud del resorte en espiral cuando no se aplica ninguna  
15 carga (es decir, la longitud libre). Después de eso, se llevan a cabo una etapa de recubrimiento y una inspección de calidad. Cabe destacar que la etapa de preajuste puede omitirse.

Tal y como se ha descrito anteriormente, en el resorte en espiral 12 de la presente realización, la porción 50 de tensión residual de compresión se conforma mediante una etapa de primer granallado S5. Asimismo, mediante la  
20 etapa de segundo granallado S6, se conforman las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda en porciones 12a y 12b de vuelta de extremo, respectivamente. Es decir, el resorte en espiral 12 comprende la porción 50 de tensión residual de compresión conformada entre las porciones 12a y 12b de vuelta de extremo, la porción 51 de tensión residual profunda, conformada en la porción 12a de vuelta de extremo inferior, y la porción 52 de tensión residual profunda, conformada en la porción 12b de vuelta de extremo superior. En la porción 50 de tensión residual de compresión, se conforma la primera indentación de granallado 61. En las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda, se conforma la segunda indentación de granallado 66. Asimismo, el valor máximo H2 de la tensión residual de compresión de las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda es mayor que el valor máximo H1 de la tensión residual de compresión de la porción 50 de tensión residual de compresión. Cabe destacar que H2 puede ser igual que H1 o menor que H1.

30 El resorte en espiral 12 se monta en el amortiguador 15 en un estado tal que el resorte en espiral 12 de compresión está comprimido entre los asientos 13 y 14 del resorte y se aplica una precarga, y se dispone, además, en el cuerpo 30 del vehículo. Una carga vertical se aplica en el aparato 18 de resorte de suspensión, que se monta en el cuerpo 30 del vehículo. El resorte en espiral 12 se deforma entre el asiento inferior 13 del resorte y el asiento superior 14 del resorte de conformidad con la magnitud de esta carga. Es decir, el resorte en espiral 12 se extiende y se retrae entre un bache total (el estado de compresión máxima) y un rebote total (el estado de expansión máxima) de conformidad  
35 con la magnitud de la carga.

En un estado en el que el resorte en espiral 12 está extendido, aumenta un hueco entre el asiento inferior 13 del resorte y la segunda porción 12a<sub>2</sub> o entre el asiento 13 del resorte y la tercera porción 12a<sub>3</sub>. También aumenta un hueco entre el asiento superior 14 del resorte y la segunda porción 12b<sub>2</sub> o entre el asiento 14 del resorte y la tercera porción 12b<sub>3</sub>. En consecuencia, en estos huecos pueden entrar sustancias extrañas duras, tales como arena. En particular, la arena puede entrar fácilmente entre el asiento inferior 13 del resorte y la segunda porción 12a<sub>2</sub> de la porción 12a de vuelta de extremo.

Por el contrario, cuando el resorte en espiral 12 está comprimido, se reduce un hueco entre el asiento inferior 13 del resorte y la segunda porción 12a<sub>2</sub> o entre el asiento 13 del resorte y la tercera porción 12a<sub>3</sub>. También se reduce un hueco entre el asiento superior 14 del resorte y la segunda porción 12b<sub>2</sub> o entre el asiento 14 del resorte y la tercera porción 12b<sub>3</sub>. En consecuencia, cuando por las porciones 12a y 12b de vuelta de extremo han entrado en los huecos sustancias extrañas duras, tales como arena, el recubrimiento del resorte en espiral 12 puede desprenderse o el alambre 40 puede dañarse, lo que oxida el alambre 40.

En un resorte en espiral convencional, cuando sustancias extrañas, tales como arena, quedan atrapadas entre la porción de vuelta de extremo y el asiento del resorte, el recubrimiento puede desprenderse y puede formarse una picadura por corrosión. Cuando la picadura por corrosión se expande hasta un grado determinado, ha habido casos en los que el resorte en espiral se ha roto por la picadura por corrosión. En cambio, en la realización anteriormente mencionada, una gran tensión residual de compresión se transmite desde una superficie de una región, que incluye la segunda porción de la porción de vuelta de extremo, hasta una posición profunda. En consecuencia, es posible impedir que el resorte en espiral se rompa, a causa de la corrosión producida en la porción de vuelta de extremo, y la durabilidad puede mejorar. Asimismo, según la estructura del mecanismo de suspensión, puede ser posible impedir que entren sustancias extrañas, tales como arena, entre el asiento superior 14 del resorte y la porción 12b de vuelta de extremo. En ese caso, la porción 51 de tensión residual profunda puede conformarse solo en la porción 12a de vuelta de extremo inferior.

60 El segmento M1 de la línea de la FIG. 9 representa un resultado del ensayo de fatiga de un resorte en espiral

provisto solo de la porción 50 de tensión residual de compresión que se ha conformado mediante un granallado general. El segmento M2 de la línea de la FIG. 9 representa un resultado del ensayo de fatiga de un resorte en espiral provisto de porciones 51 y 52 de tensión residual profunda que se han conformado mediante el granallado ultrasónico. En el ensayo de fatiga, se hizo vibrar el resorte en espiral que tenía un picado por corrosión un número de veces determinado, y se midió si el resorte en espiral se rompía y la relación entre la profundidad del picado por corrosión y la amplitud de la tensión.

Tal y como muestra el segmento M1 de la línea de la FIG. 9, en el resorte en espiral que tiene solo la porción 50 de tensión residual de compresión, cuando una profundidad del picado por corrosión sobrepasaba los 0,2 mm, el resorte en espiral se rompía en torno a la amplitud de tensión de 230 MPa. En cambio, en el resorte en espiral que tiene porciones 51 y 52 de tensión residual profunda, incluso cuando una profundidad del picado por corrosión era tan grande como 0,4 mm, el resorte en espiral no se rompía a la amplitud de tensión de 420 MPa. El resorte en espiral que tenía las porciones 51 y 52 de tensión residual profunda se rompió por una porción distinta de la porción en la que se formó la picadura por corrosión a la amplitud de tensión de 460 MPa.

Se ha descubierto que la ventaja descrita anteriormente tiende a ser la misma, independientemente del tipo de acero, y se obtuvo una ventaja similar en SUP 7, por ejemplo, incluyendo el SAE 9254 anteriormente mencionado y acero para resorte de resistencia ultra alta. De acuerdo con la presente invención, se vuelve posible mejorar la durabilidad frente a la corrosión de la porción de vuelta de extremo usando un acero para resorte que se usa generalmente para un resorte en espiral de suspensión. Por esta razón, la presente invención también tiene la ventaja de impedir que aumente el coste del material del resorte en espiral.

La FIG. 10 muestra una parte de una porción 12a de vuelta de extremo de un resorte en espiral 12, y una parte de un asiento 13 del resorte de acuerdo con una segunda realización. La FIG. 11 es una vista inferior que ilustra esquemáticamente la porción 12a de vuelta de extremo mostrada en la FIG. 10. Una superficie inferior y una superficie periférica exterior de la porción 12a de vuelta de extremo de la presente realización están acotadas por una superficie inferior 13a y una pared lateral exterior 13b del asiento 13 del resorte, respectivamente. En consecuencia, la porción 12a de vuelta de extremo hace contacto con la superficie inferior 13a y con la pared lateral exterior 13b del asiento 13 del resorte en un intervalo mostrado por  $\alpha 2$ . Por lo tanto, una porción 51 de tensión residual profunda se conforma en el intervalo  $\alpha 3$  mayor que  $\alpha 2$ . Estructuras distintas a esa son comunes al resorte en espiral 12 de la primera realización.

La FIGS. 12 a 15 muestran un ejemplo de un resorte en espiral 12 que se usa para un mecanismo de suspensión 100 de tipo independiente de acuerdo con una tercera realización. Tal y como se muestra en la FIG. 12, se proporciona un par de mecanismos de suspensión 100 derecho e izquierdo en un lado posterior de un vehículo 10. Puesto que el par de mecanismos de suspensión 100 derecho e izquierdo tienen una estructura equivalente, uno de los mecanismos de suspensión 100 será descrito de aquí en adelante como un ejemplo típico de mecanismos de suspensión.

La FIG. 13 es una vista lateral del mecanismo de suspensión 100 tal y como se ve desde el lateral del vehículo 10. El mecanismo de suspensión 100 comprende un elemento de brazo 101 que funciona como un brazo de arrastre, un resorte en espiral de suspensión 12, un asiento inferior 103 del resorte, un asiento superior 104 del resorte y un amortiguador 105 (FIG. 12). El asiento inferior 103 del resorte se dispone en el lado de extremo inferior del resorte en espiral 12. El asiento superior 104 del resorte se dispone en el lado de extremo superior del resorte en espiral 12. El elemento de brazo 101 está dispuesto en una porción 110 de montaje del brazo del vehículo a través de un pivote 111 (un árbol del pivote). El elemento de brazo 101 puede moverse hacia arriba y hacia abajo alrededor de un pivote 111. Tal y como se muestra en la FIG. 12, un par de elementos de brazo 101 derecho e izquierdo se acoplan entre sí mediante un elemento de barra 112. El elemento de barra 112 se extiende en la dirección a lo ancho del vehículo 10. El elemento de brazo 101 está provisto de una unidad de buje 114 por una porción 113 de soporte del eje.

Tal y como se muestra en la FIG. 13, el asiento inferior 103 del resorte se proporciona en el elemento de brazo 101. El asiento inferior 103 del resorte se balancea hacia arriba y hacia abajo relativamente a lo largo de la trayectoria con forma de arco X3 (FIG. 13) siendo el pivote 111 el centro. El asiento superior 104 del resorte se proporciona en una porción 120 de montaje del resorte del vehículo. El resorte en espiral 12 está comprimido entre el asiento inferior 103 del resorte y el asiento superior 104 del resorte, e impulsa el elemento de brazo 101 hacia abajo. Un aparato 130 de resorte en espiral de suspensión está constituido por el resorte en espiral 12 y los asientos 103 y 104 del resorte.

La FIG. 14 muestra una parte de una porción 12a de vuelta de extremo y una parte del asiento 103 del resorte. Una superficie inferior y una superficie periférica interior de la porción 12a de vuelta de extremo están acotadas por una superficie inferior 103a y una pared lateral interior 103b del asiento 103 del resorte, respectivamente. En consecuencia, la superficie inferior y la superficie periférica interior de la porción 12a de vuelta de extremo hacen contacto con la superficie inferior 103a y la pared lateral interior 103b del asiento 103 del resorte, respectivamente, en un intervalo mostrado por  $\alpha 4$ . Tal y como se muestra en la FIG. 14, una porción 51 de tensión residual profunda está conformada en un intervalo  $\alpha 5$  mayor que  $\alpha 4$ . Las estructuras distintas a estas son comunes al resorte en espiral 12 de la primera realización (FIGS. 3 a 6).

La FIG. 15 es una vista inferior que ilustra esquemáticamente la porción 12a de vuelta de extremo, y la porción 51 de

tensión residual profunda se representa con un patrón satinado. Como en el resorte en espiral 12 (FIGS. 3 a 6) de la primera realización, la porción 51 de tensión residual profunda está conformada en una región que incluye, al menos, una segunda porción 12a<sub>2</sub> de la porción 12a de vuelta de extremo.

5 El resorte en espiral 12 proporcionado en el mecanismo de suspensión 100 se extiende y se retrae entre un bache total (el estado de compresión máxima) y un rebote total (el estado de expansión máxima) de conformidad con la magnitud de la carga. Por ejemplo, cuando se extiende el resorte en espiral 12, la segunda porción 12a<sub>2</sub> de la porción 12a de vuelta de extremo se separa del asiento inferior 103 del resorte. En consecuencia, pueden entrar sustancias extrañas, tales como arena, entre la segunda porción 12a<sub>2</sub> y el asiento 103 del resorte. Por el contrario, cuando el resorte en espiral 12 está comprimido, la segunda porción 12a<sub>2</sub> hace contacto con el asiento 103 del resorte. Por consiguiente, cuando las sustancias extrañas duras, tales como arena, quedan atrapadas entre la porción 12a de vuelta de extremo y el asiento 103 del resorte, el recubrimiento del resorte en espiral 12 puede desprenderse o un alambre 40 puede dañarse, lo que puede ser una causa de que se produzca una picadura por corrosión.

15 En el resorte en espiral 12 (FIG. 15) de la presente realización, como en el resorte en espiral 12 (FIGS. 3 a 6) de la primera realización, la porción 51 de tensión residual profunda está conformada en una región que incluye al menos una segunda porción 12a<sub>2</sub>. En consecuencia, es posible impedir que el resorte en espiral 12 se rompa debido a la corrosión de la porción 12a de vuelta de extremo, y puede mejorarse la durabilidad. Cabe destacar que una porción 52 de tensión residual profunda, similar a la porción 51 de tensión residual profunda en el lado inferior, también puede conformarse en una porción 12b de vuelta de extremo superior.

## 20 Aplicabilidad industrial

Huelga decir que, a la hora de llevar a cabo la presente invención, además de la dimensión y la forma específicas, el número de vueltas, el material y la constante del resorte del resorte en espiral, la forma, la estructura, la disposición y similares de cada uno de los elementos que constituyen el aparato de resorte de suspensión (es decir, el resorte en espiral, el asiento del resorte, etc.) pueden modificarse de diversas maneras. Asimismo, la presente invención puede aplicarse a un mecanismo de suspensión de un vehículo distinto a los coches.

## 25 Lista de signos de referencia

30 10...vehículo, 11...mecanismo de suspensión, 12...resorte en espiral de suspensión, 12a...porción de vuelta de extremo inferior, 12a<sub>1</sub>...primera porción, 12a<sub>2</sub>...segunda porción, 12a<sub>3</sub>...tercera porción, 12b...porción de vuelta de extremo superior, 12b<sub>1</sub>...primera porción, 12b<sub>2</sub>...segunda porción, 12b<sub>3</sub>...tercera porción, 13...asiento inferior del resorte, 14...asiento superior del resorte, 18...aparato de resorte de suspensión, 40...alambre, 40a...extremo inferior, 40b...extremo superior, 50...porción de tensión residual de compresión, 51...porción de tensión residual profunda, 51a...un extremo, 51b...otro extremo (porción de transición de tensión), 52...porción de tensión residual profunda, 70...aparato de granallado ultrasónico, 100...mecanismo de suspensión, 103...asiento inferior del resorte, 104...asiento superior del resorte, 130...aparato de resorte en espiral de suspensión

35

## REIVINDICACIONES

1. Un resorte en espiral de suspensión que comprende:

una porción (12a) de vuelta de extremo inferior, que es menor que una vuelta de un extremo inferior (40a) de un alambre (40) conformado con una forma helicoidal; y una porción (12b) de vuelta de extremo superior, que es menor que una vuelta de un extremo superior (40b) del alambre (40), comprendiendo al menos la porción (12a) de vuelta de extremo inferior una primera porción (12a<sub>1</sub>), que oscila entre el extremo inferior (40a) del alambre (40) y un punto que sobrepasa 0,5 vueltas, y configurada para estar siempre en contacto con un asiento inferior (13, 103) del resorte con independencia de la magnitud de una carga, una segunda porción (12a<sub>2</sub>) que es contigua a la primera porción (12a<sub>1</sub>) y se extiende hasta un punto que es menor que una vuelta del extremo inferior (40a) del alambre, y configurada para hacer contacto con el asiento inferior (13, 103) del resorte o para estar separada del asiento inferior (13, 103) del resorte de conformidad con la magnitud de la carga, y una tercera porción (12a<sub>3</sub>) configurada para estar siempre separada del asiento inferior (13, 103) del resorte con independencia de la magnitud de la carga, comprendiendo el resorte en espiral de suspensión:

una porción (50) de tensión residual de compresión entre la porción (12a) de vuelta de extremo inferior y la porción (12b) de vuelta de extremo superior, transmitiéndose una tensión residual de compresión desde una superficie del alambre (40) hasta una primera profundidad (D1) hacia la porción (50) de tensión residual de compresión; **caracterizado porque** el resorte en espiral de suspensión comprende, además: una porción (51) de tensión residual profunda en una región que incluye la segunda porción (12a<sub>2</sub>) de la porción (12a) de vuelta de extremo inferior, transmitiéndose una tensión residual de compresión desde una superficie del alambre (40) hasta una segunda profundidad (D2), más profunda que la primera profundidad (D1), hacia la porción (51) de tensión residual profunda.

2. El resorte en espiral de suspensión según la reivindicación 1, en el que un máximo de un valor absoluto de la tensión residual de compresión de la porción (51) de tensión residual profunda es mayor que un máximo de un valor absoluto de la tensión residual de compresión de la porción (50) de tensión residual de compresión.

3. El resorte en espiral de suspensión según la reivindicación 1 o 2, en el que una porción de transición de tensión en la que se reduce gradualmente la tensión residual de compresión de la porción (51) de tensión residual profunda se proporciona en un límite entre la porción (51) de tensión residual profunda y la porción (50) de tensión residual de compresión.

4. El resorte en espiral de suspensión según la reivindicación 1 o 2, en el que una primera indentación de granallado (61) se conforma en una superficie de la porción (50) de tensión residual de compresión, una segunda indentación de granallado (66) se conforma en una superficie de la porción (51) de tensión residual profunda, y un tamaño de la segunda indentación de granallado (66) es mayor que un tamaño de la primera indentación de granallado (61).

5. El resorte en espiral de suspensión según la reivindicación 1 o 2, en el que la porción (51) de tensión residual profunda se conforma tanto en la porción (12a) de vuelta de extremo inferior como en la porción (12b) de vuelta de extremo superior.

6. Un aparato de resorte de suspensión que comprende:

un asiento inferior (13, 103) del resorte;  
un asiento superior (14, 104) del resorte; y  
un resorte en espiral (12) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende un alambre (40) conformado con una forma helicoidal, y dispuesto en un estado en el que el resorte en espiral (12) está comprimido entre el asiento inferior (13, 103) del resorte y el asiento superior (14, 104) del resorte.

7. El aparato según la reivindicación 6, en el que el asiento inferior (13) del resorte comprende una superficie inferior (13a) y una pared lateral exterior (13b), que acotan una superficie inferior y una superficie periférica exterior de la porción (12a) de vuelta de extremo inferior, respectivamente, y la porción (51) de tensión residual profunda está conformada en un intervalo que incluye la superficie inferior y la superficie periférica exterior de la porción (12a) de vuelta de extremo inferior.

8. El aparato según la reivindicación 6, en el que el asiento inferior (103) del resorte comprende una superficie inferior (103a) y una pared lateral interior (103b), que acotan una superficie inferior y una superficie periférica interior de la porción (12a) de vuelta de extremo inferior, respectivamente, y la porción (51) de tensión residual profunda se conforma en un intervalo que incluye la superficie inferior y la superficie periférica interior de la porción (12a) de vuelta de extremo inferior.

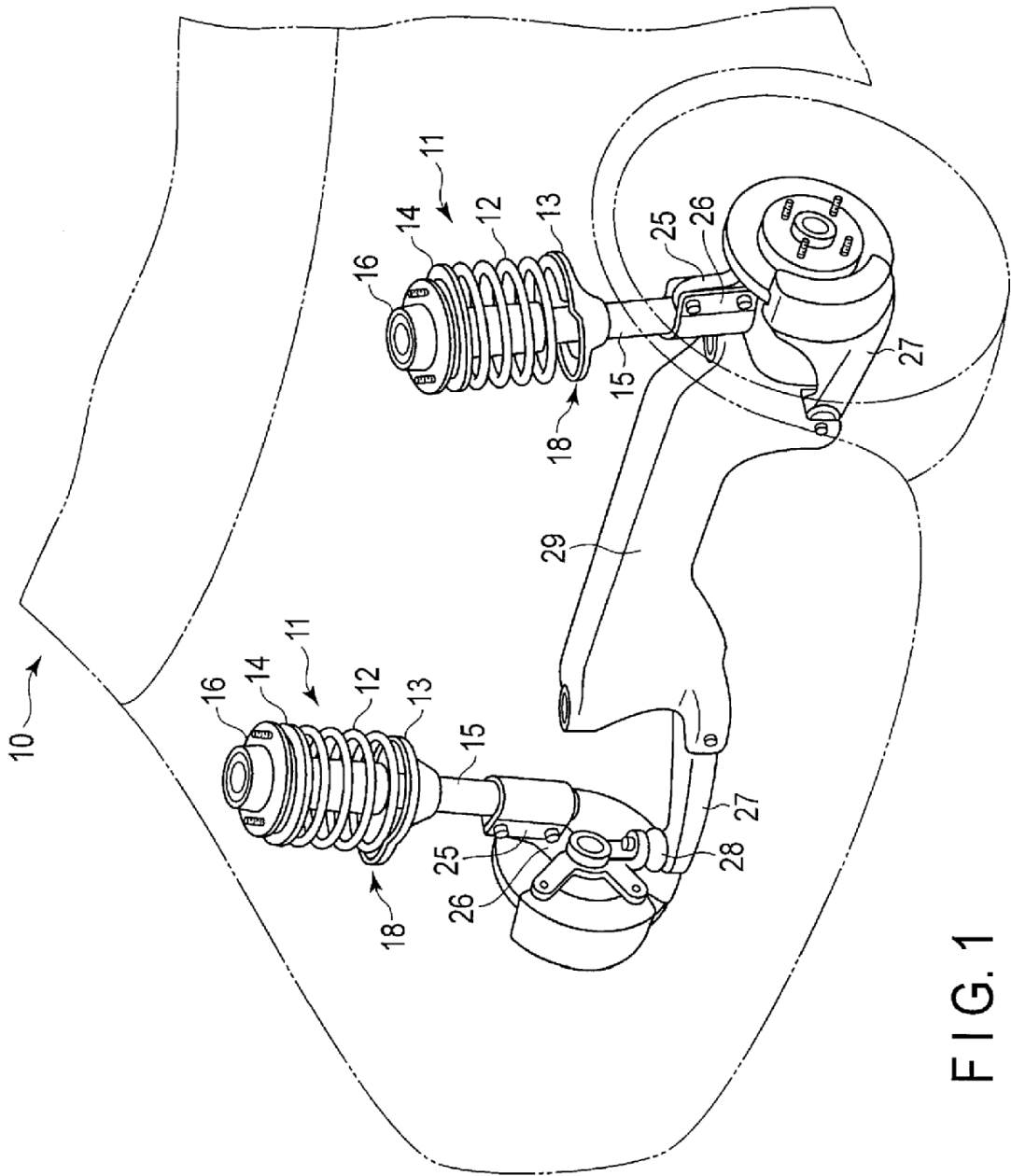


FIG. 1

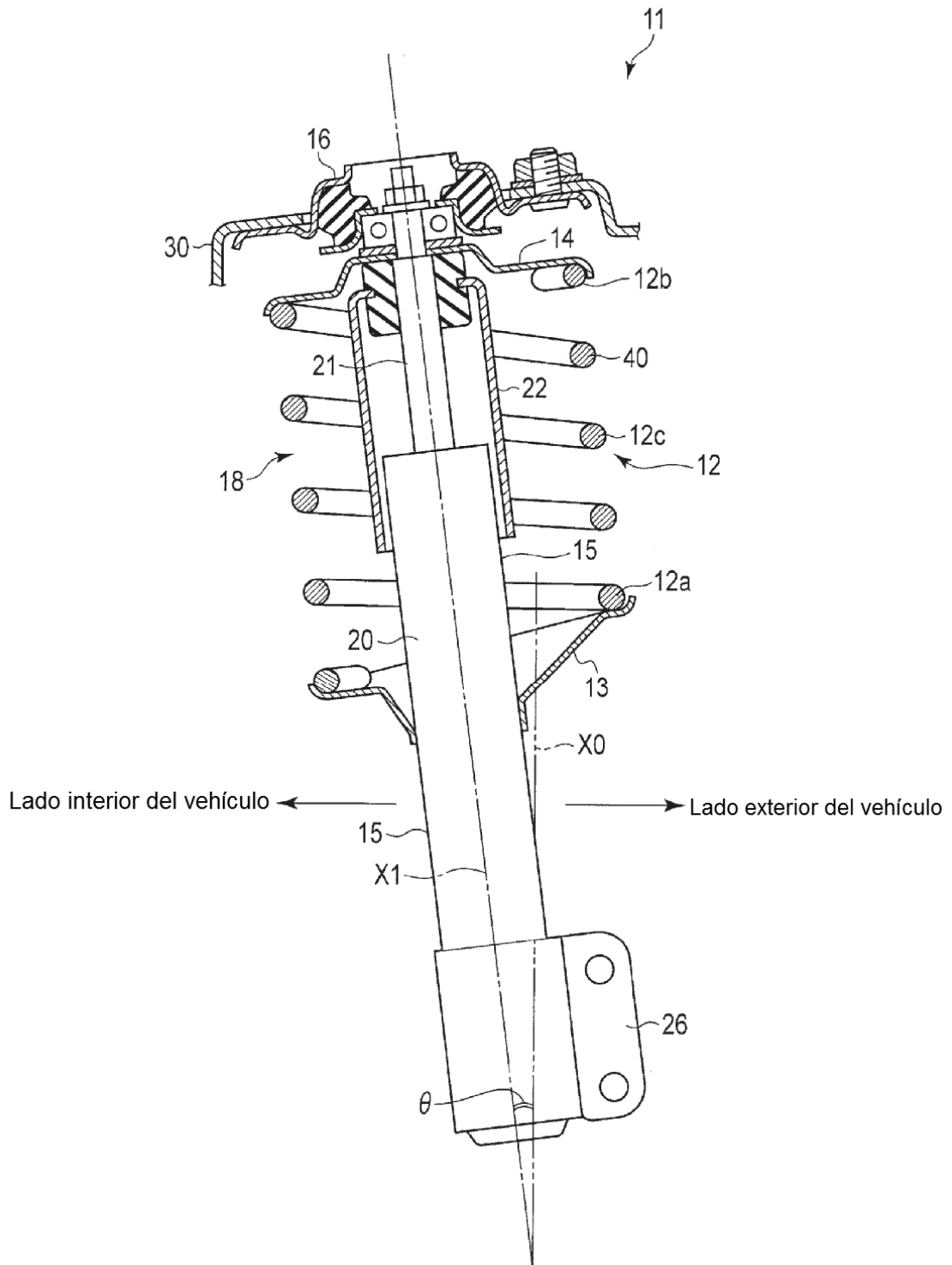


FIG. 2

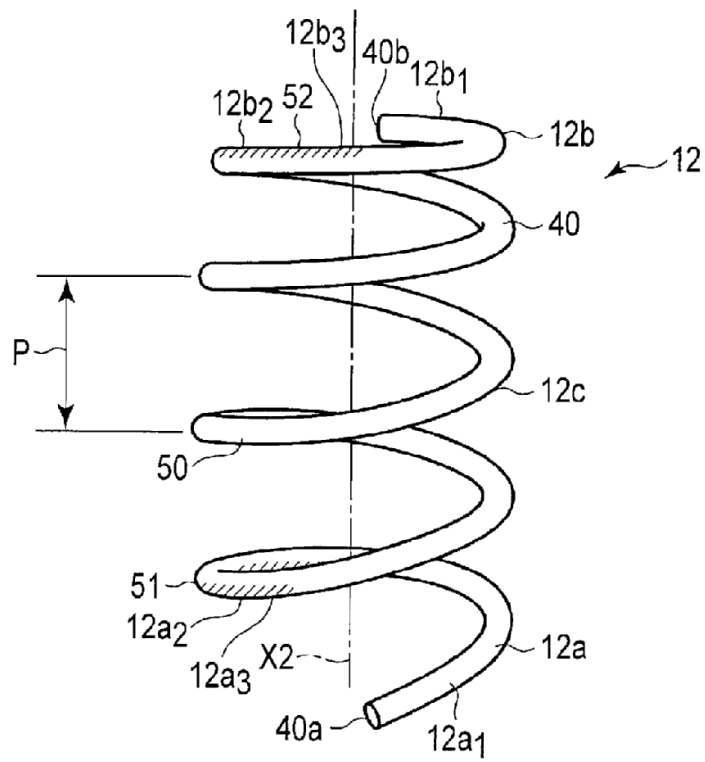


FIG. 3

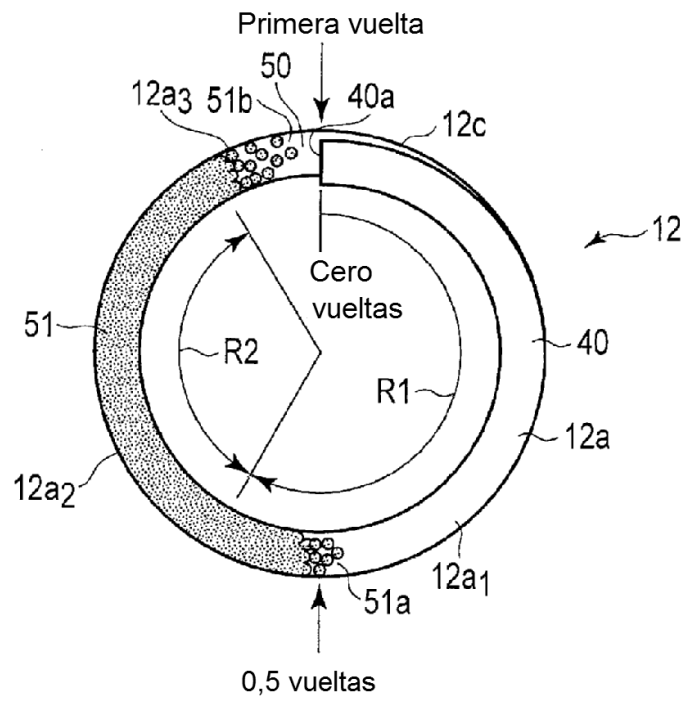


FIG. 4

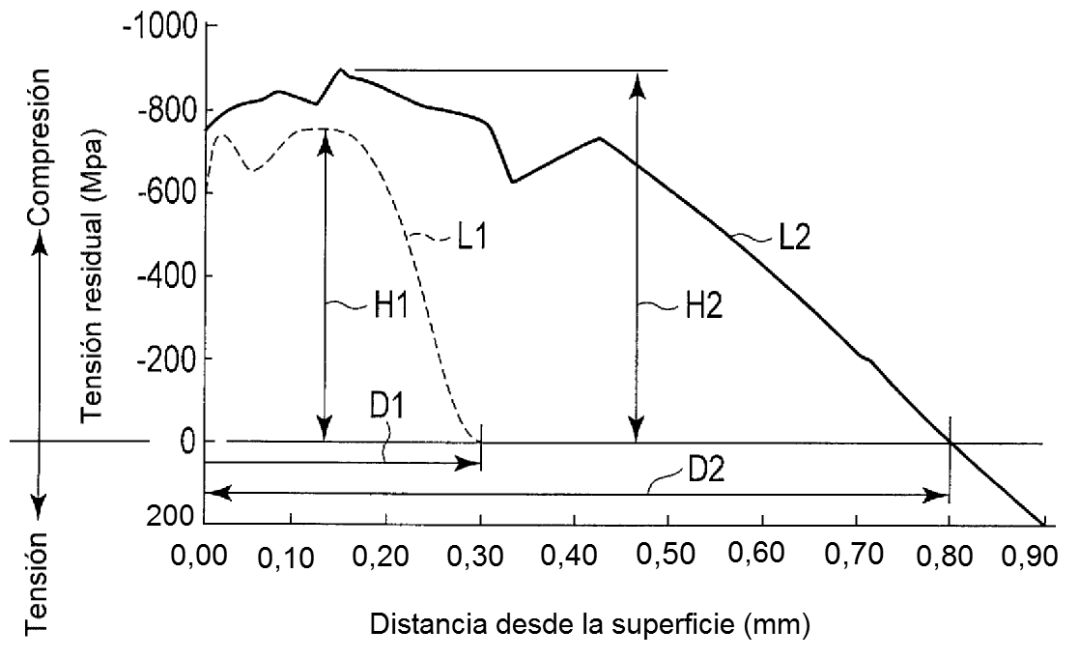


FIG. 5

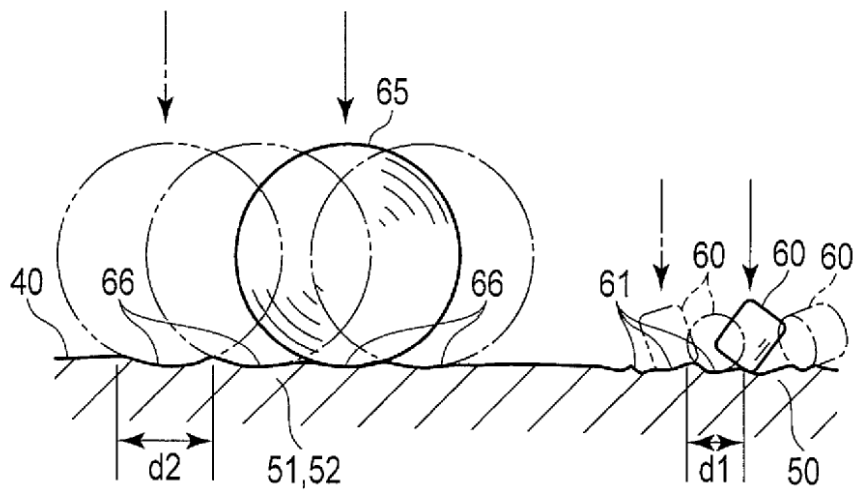


FIG. 6



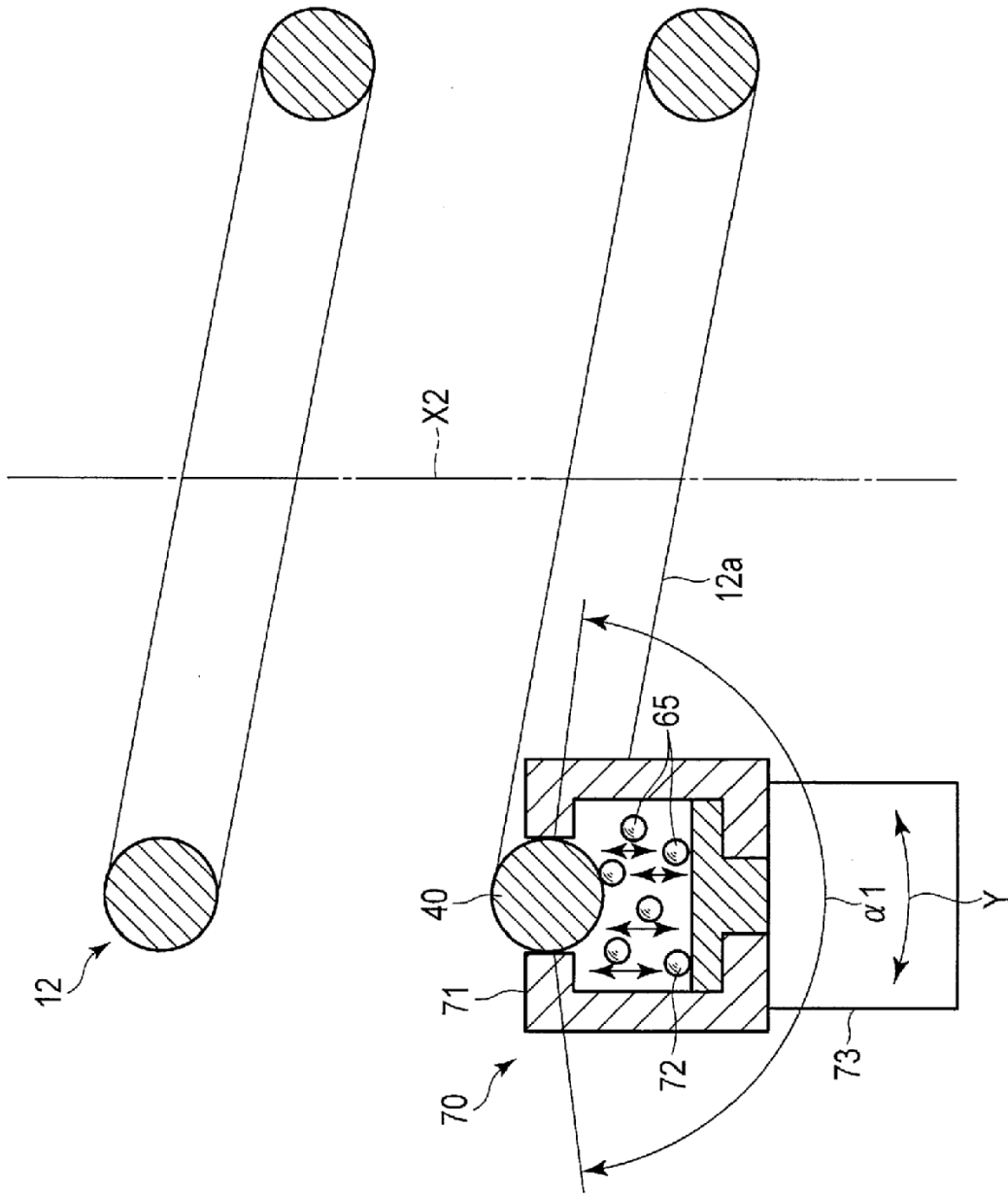


FIG. 7

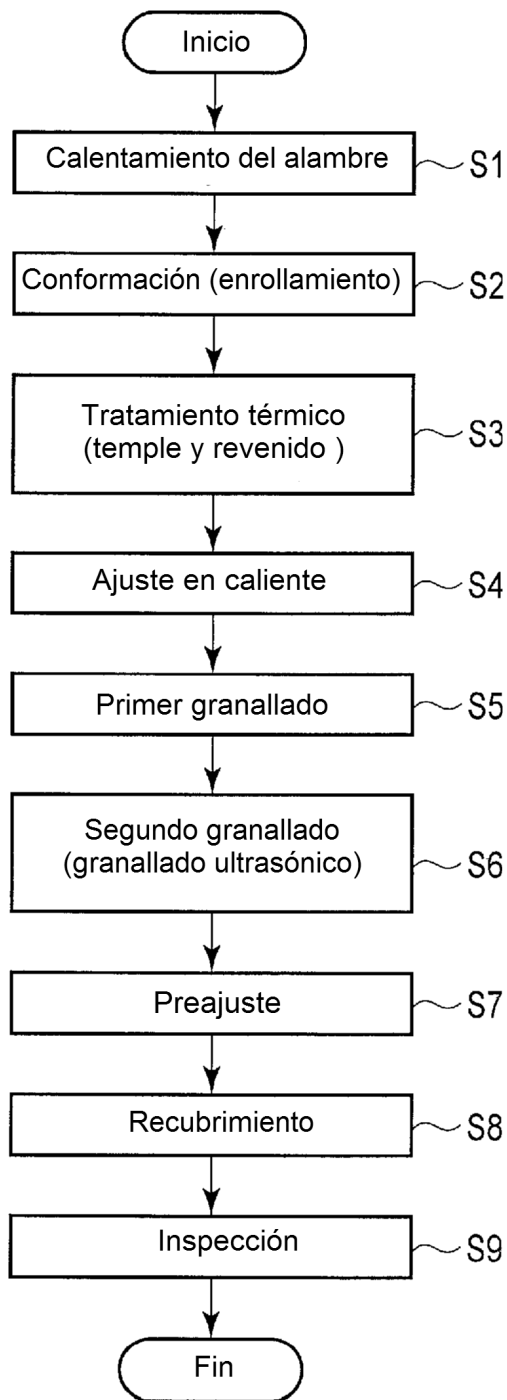


FIG. 8

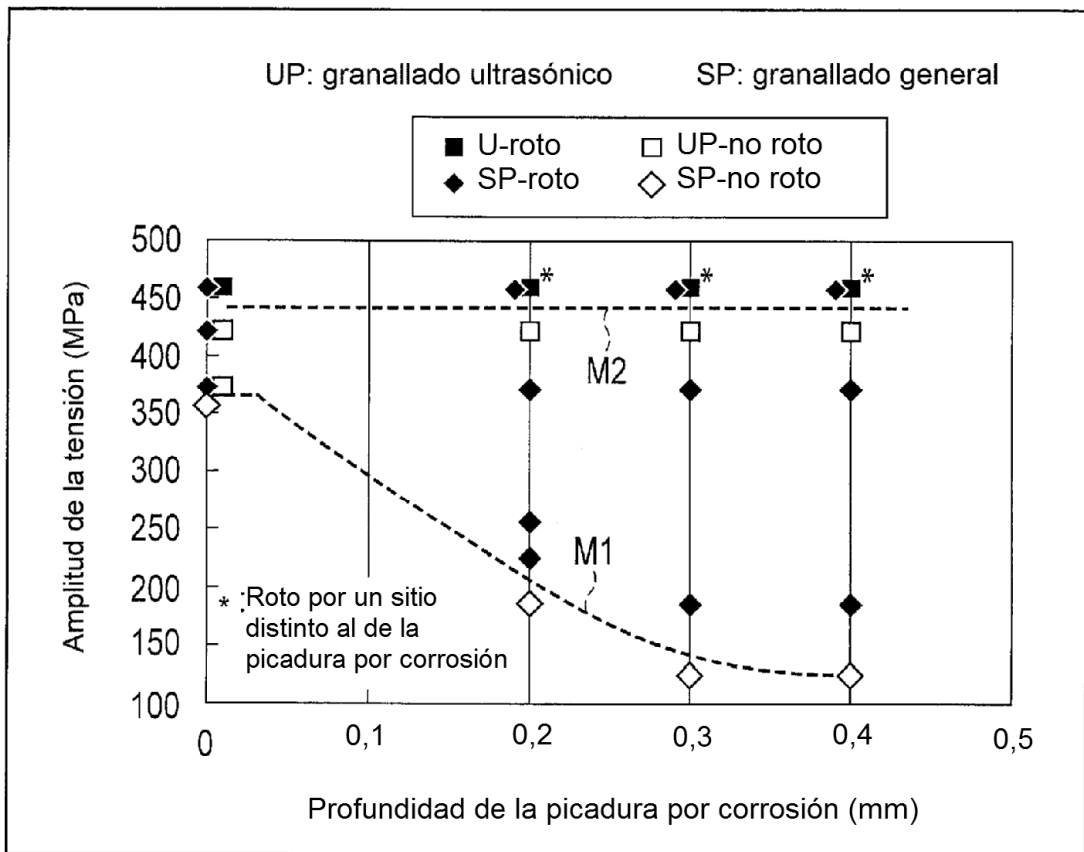


FIG. 9

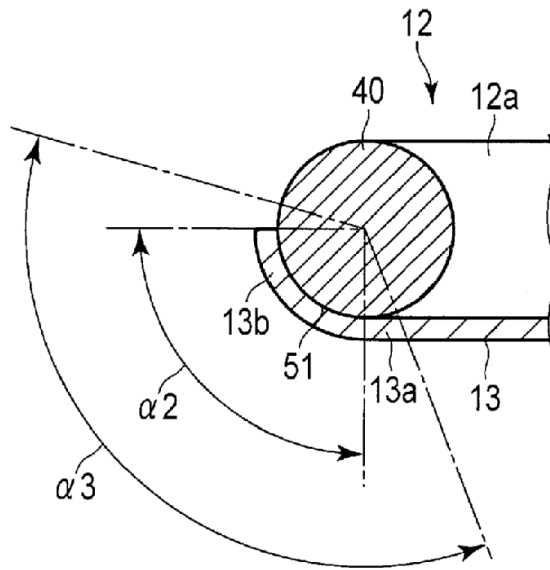


FIG. 10

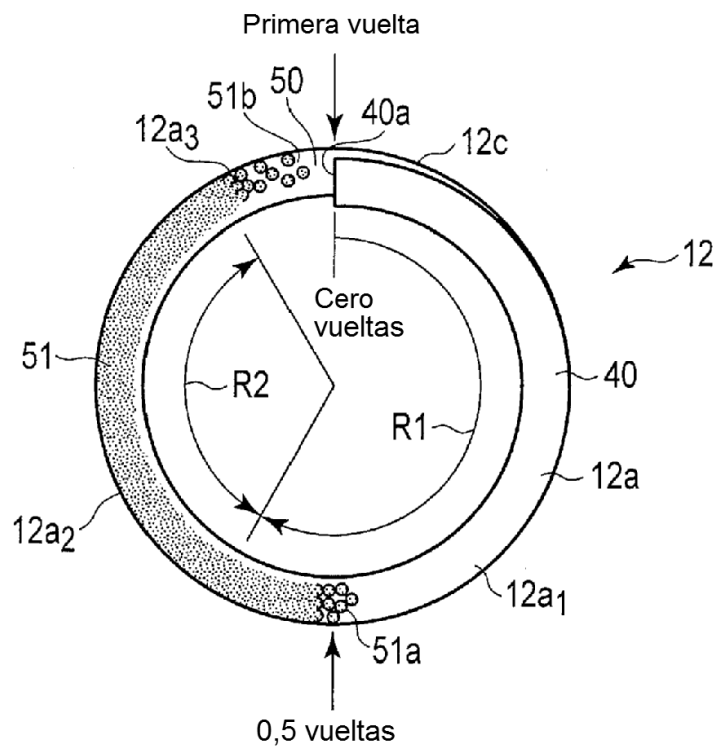


FIG. 11

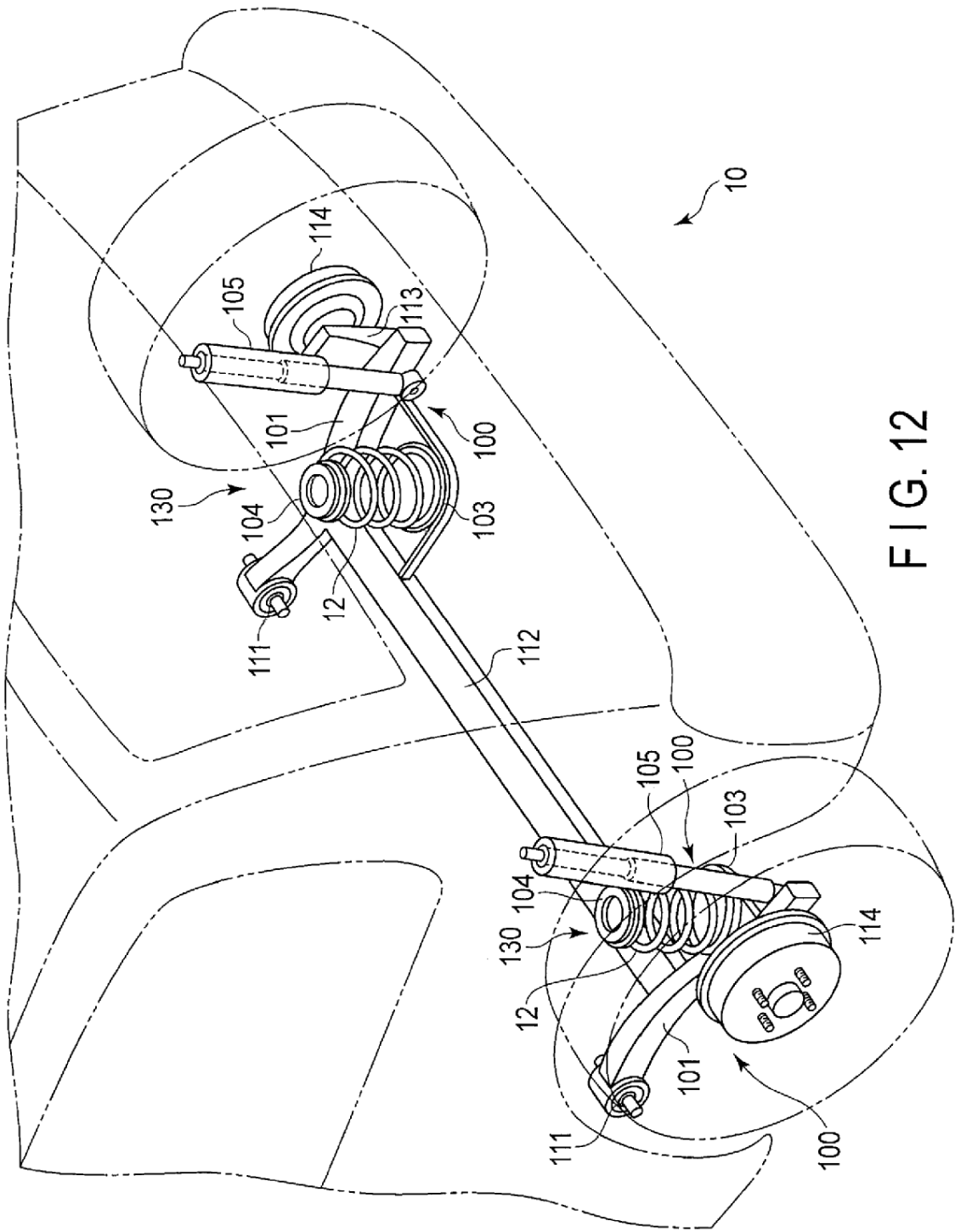


FIG. 12

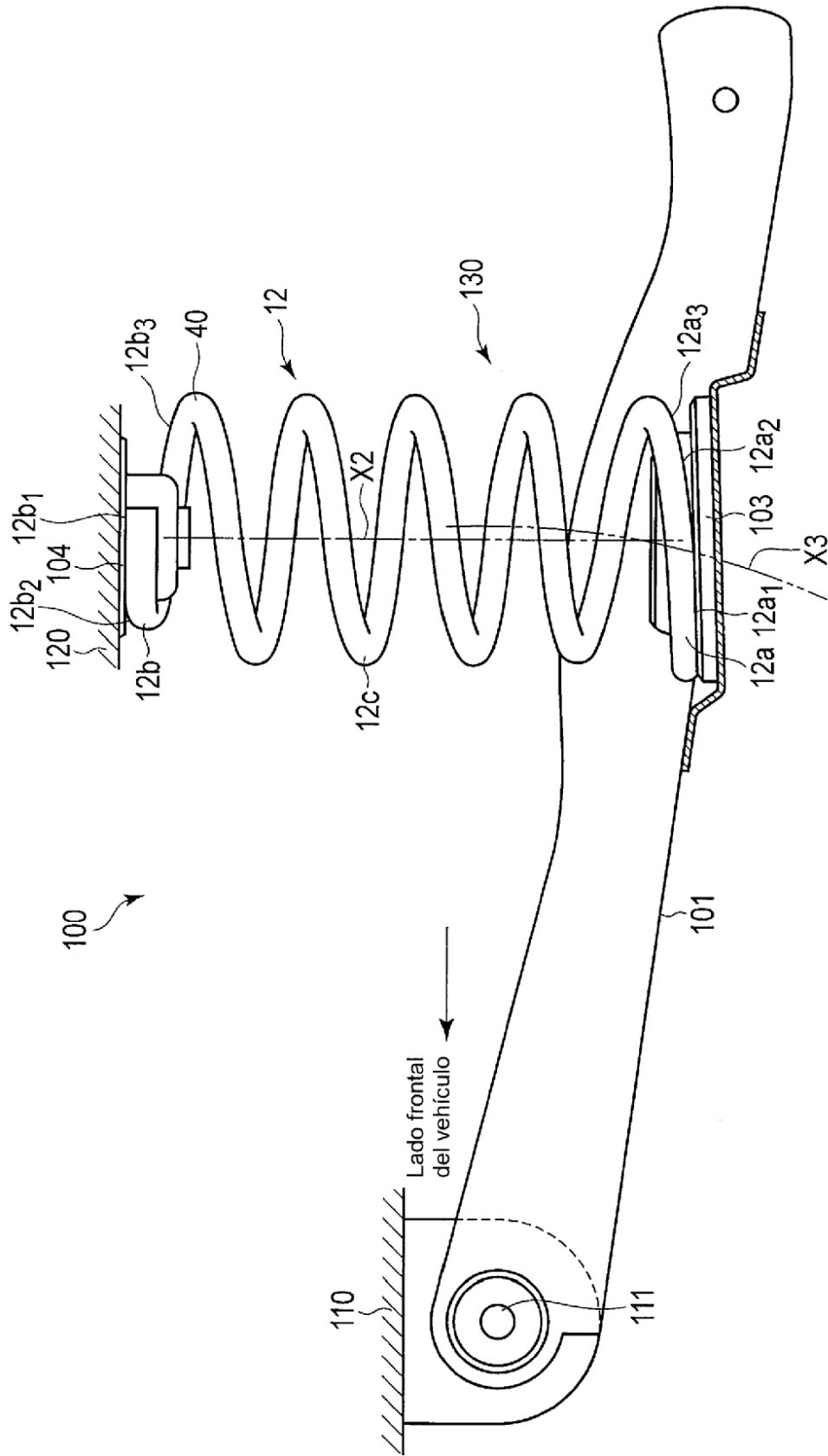


FIG. 13

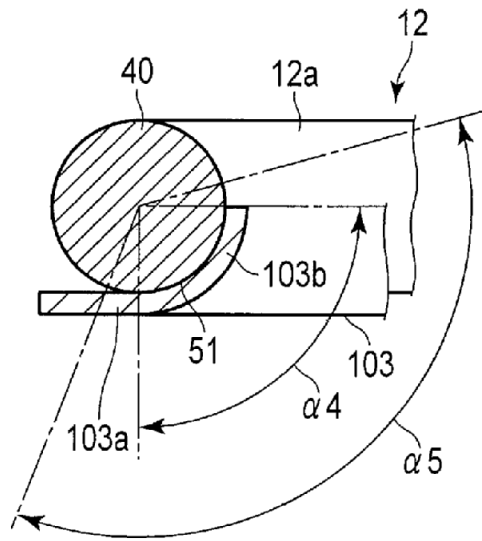


FIG. 14

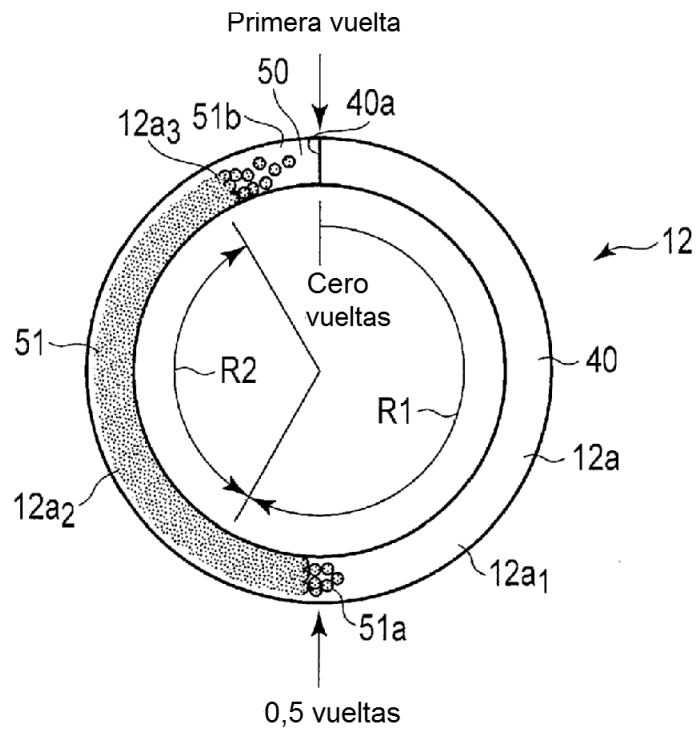


FIG. 15