

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 885**

51 Int. Cl.:

F16F 1/06 (2006.01)

B21F 3/04 (2006.01)

B21F 35/00 (2006.01)

F16F 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2010 PCT/JP2010/054688**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2010 WO2010113661**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2010 E 10758437 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2416031**

54 Título: **Resorte helicoidal de compresión y dispositivo de fabricación y procedimiento de fabricación de resorte helicoidal**

30 Prioridad:

03.04.2009 JP 2009091191

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

08.06.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HAMANO, TOSHIO;
OKADA, HIDEKI y
YAMAMOTOYA, KENJI**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 615 885 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

Resorte helicoidal de compresión y dispositivo de fabricación y procedimiento de fabricación de resorte helicoidal

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un resorte helicoidal de compresión para su uso, por ejemplo, como resorte de suspensión de un vehículo o similar, y a un dispositivo y procedimiento de fabricación de un resorte helicoidal.

Técnica antecedente

10 Son conocidos los dispositivos de fabricación que fabrican resortes helicoidales mediante la formación caliente o en frío de materiales a modo de dispositivos de fabricación de resortes helicoidales. En el documento JP 61 020641 A, descrito abajo, se desvela un dispositivo de enrollado en caliente. Este dispositivo de enrollado comprende un mandril sobre el que se enrolla un material calentado, y un mecanismo de guía que guía el material de manera que se enrolle el material con un paso predeterminado. La porción terminal distal del material se fija mediante un mecanismo de sujeción unido al mandril. Aquellas partes del material (que aún no se han enrollado en el mandril) que no sean la porción terminal distal quedan en un estado libre, sin restricciones. El material se forma helicoidalmente mediante su enrollado sobre el mandril. El resorte helicoidal formado se somete a un tratamiento térmico, tal como temple, revenido, etc. Tras el tratamiento térmico, debido al granallado se produce un esfuerzo residual compresivo sobre la superficie del resorte.

15 Con el fin de fabricar un resorte helicoidal con un diámetro relativamente pequeño, se utiliza un dispositivo de enrollado de tal manera que se enrolle un material en frío sobre un mandril. En el resorte helicoidal formado en frío, debido a la recuperación elástica se produce un esfuerzo residual compresivo en el exterior de las curvas del resorte, y se produce un esfuerzo residual de tracción en el interior de las curvas del resorte. El esfuerzo residual de tracción afecta negativamente a la durabilidad del resorte helicoidal. Por lo tanto, si resulta necesario se reduce el esfuerzo residual de tracción sobre la superficie interior de las curvas, o se produce un esfuerzo residual compresivo sobre la superficie mediante recocido o granallado de atenuación de esfuerzos.

Divulgación de la invención

25 Problema a resolver por la Invención

Es importante que un resorte helicoidal utilizado como resorte de suspensión de un vehículo tenga un peso reducido y una durabilidad mejorada, para superar la aplicación de mayores esfuerzos. La durabilidad de un resorte helicoidal de compresión, que está diseñado para una deformación elástica repetida, está influenciada considerablemente por el esfuerzo producido durante la deformación. En particular, es sabido que cuanto menor sea el esfuerzo de tracción sobre la superficie del resorte, más se mejora la durabilidad del resorte. En consecuencia, se adopta un procedimiento por el que se mejora la durabilidad del resorte mediante la aplicación previa de esfuerzo residual compresivo sobre la superficie del resorte. Un ejemplo habitual de este procedimiento es el granallado.

35 Sin embargo, este procedimiento convencional requiere un equipo y un procedimiento de granallado independientes del enrollado (conformación plástica). Esto resulta en un aumento de los costos del producto. Por otra parte, no es fácil producir un esfuerzo residual compresivo suficiente sobre el lado de superficie interior del resorte helicoidal mediante granallado. Por lo tanto, si es posible se contempla omitir el granallado.

Medios para resolver el Problema

40 Los inventores del presente documento propusieron controlar la distribución del esfuerzo residual tras la conformación, a un nivel preferido, mediante la aplicación intencionada de cargas, tales como cargas de tracción y de torsión, así como de cargas necesarias para la conformación plástica original (enrollado) durante la conformación plástica en frío del resorte. La idea principal es la de limitar el esfuerzo residual de tracción que afecta negativamente al rendimiento de durabilidad del resorte, dentro de la zona que va desde la superficie del resorte hasta el interior del resorte.

45 El objeto de la presente invención es proporcionar un resorte helicoidal de compresión que tenga un esfuerzo residual preferente, para mejorar el rendimiento de durabilidad, y un dispositivo y procedimiento de fabricación de resortes helicoidales.

50 La presente invención es un resorte helicoidal de compresión, que se forma enrollando un material de resorte en forma de barra, y que comprende una zona de superficie exterior, una zona de reducción de esfuerzo compresivo, una porción de cambio de esfuerzo, una porción de pico de esfuerzo de tracción, una zona de reducción de esfuerzo de tracción, y una zona de superficie interior. La zona de superficie exterior comprende una superficie en el exterior de una curva del resorte helicoidal y presenta un esfuerzo residual compresivo. En la zona de reducción de esfuerzo compresivo, el esfuerzo residual compresivo disminuye desde la zona de superficie exterior hacia el centro del material. La porción de cambio de esfuerzo está situada entre la zona de superficie exterior y el centro del material, e implica un cambio de un esfuerzo residual compresivo a un esfuerzo residual de tracción. La porción de pico de

esfuerzo de tracción está situada entre la porción de cambio de esfuerzo y el centro del material, e implica un esfuerzo residual de tracción máximo. En la zona de reducción de esfuerzo de tracción, el esfuerzo residual de tracción disminuye desde la porción de pico de esfuerzo de tracción hacia el interior de la curva del resorte helicoidal. La zona de superficie interior comprende una superficie en el interior de la curva, y presenta un esfuerzo residual de tracción o un esfuerzo residual compresivo con un valor absoluto menor que el del esfuerzo residual compresivo de la zona de superficie exterior.

Un dispositivo de fabricación de un resorte helicoidal de la presente invención comprende un mandril, un mecanismo de fijación de material, un mecanismo de accionamiento de mandril, un mecanismo de sollicitación, un mecanismo de desplazamiento, y un controlador. El mandril tiene una superficie periférica exterior que se corresponde con el resorte helicoidal a formar. El mecanismo de fijación de material asegura en el mandril una porción terminal distal de un material de resorte en forma de barra. El mecanismo de accionamiento de mandril gira el mandril en una dirección fija, con lo que enrolla helicoidalmente el material sobre el mandril y produce una deformación por flexión que supera un límite elástico. El mecanismo de sollicitación aplica una carga de tracción y/o de torsión en el material enrollado sobre el mandril, de manera simultánea a la deformación por flexión. El mecanismo de desplazamiento desplaza relativamente el mecanismo de sollicitación a lo largo de un eje del mandril, en asociación con la rotación del mandril. El controlador controla la carga de tracción o de torsión aplicada por el mecanismo de sollicitación, en función de unos datos previamente introducidos.

Adicionalmente, un procedimiento de fabricación de un resorte helicoidal de la presente invención comprende un procedimiento de flexión, un procedimiento de sollicitación, y un procedimiento de anulación de carga. En el procedimiento de flexión, se produce una deformación por flexión que supera un límite elástico mediante el enrollado helicoidal de un material de resorte en forma de barra sobre un mandril, a una temperatura no superior a la temperatura de formación en frío o temperatura de transformación A_1 (o transformación de perlita). En el procedimiento de sollicitación, se aplica una carga de tracción y/o de torsión en el material de manera simultánea a la deformación por flexión. La carga de tracción y/o de torsión se controla mediante un controlador en función de unos datos previamente introducidos. En el procedimiento de anulación de carga, se deja un esfuerzo residual compresivo sobre una superficie del material en el exterior de una curva al eliminar la carga, de tal manera que, tras aplicar en el material el esfuerzo, el material se desenganche del mandril, y sobre una superficie del material situada en el interior de la curva se produzca un esfuerzo residual de tracción o un esfuerzo residual compresivo, que tenga un valor absoluto menor que el del esfuerzo residual compresivo sobre el exterior de la curva. Si es necesario, el resorte helicoidal puede someterse a granallado tras el procedimiento de anulación de carga.

Efecto de la invención

De acuerdo con la presente invención, el esfuerzo residual de tracción o el esfuerzo residual compresivo, cuyo valor absoluto es más pequeño que el del esfuerzo residual compresivo sobre el exterior de la curva, puede producirse en el interior de la curva a medida que se conforma plásticamente (o enrolla) el resorte helicoidal. Así, puede mejorarse la durabilidad del resorte helicoidal de compresión. De acuerdo con la presente invención, puede reducirse u omitirse el granallado, para lograr la simplificación de los procedimientos y equipo de fabricación de resortes helicoidales, la reducción del coste de fabricación, etc.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista en planta de un dispositivo de fabricación de resortes helicoidales, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 2 es un diagrama que muestra el esfuerzo causado cuando se aplica una deformación por flexión en una zona elástica de un material, y el esfuerzo residual;

La FIG. 3 es un diagrama que muestra el esfuerzo causado cuando se aplica en el material una deformación por flexión más allá de la zona elástica, y el esfuerzo residual;

La FIG. 4 es un diagrama que muestra el esfuerzo causado cuando se aplican en el material una deformación por flexión más allá de la zona elástica y una carga de tracción, y el esfuerzo residual;

La FIG. 5 es un diagrama que muestra el esfuerzo causado cuando se aplica en el material una carga de tracción superior a la mostrada en la FIG. 4, y el esfuerzo residual;

La FIG. 6 es un diagrama que muestra el esfuerzo causado cuando se aplica en el material una carga de tracción superior a la mostrada en la FIG. 5, y el esfuerzo residual;

La FIG. 7 es un diagrama que muestra el esfuerzo causado cuando se aplican en el material una deformación por flexión más allá de la zona elástica y una carga de torsión, y el esfuerzo residual; y

La FIG. 8 es un diagrama que muestra el esfuerzo causado cuando se aplican en el material una deformación de flexión más allá de la zona elástica y unas cargas de tracción y de torsión, y el esfuerzo residual.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

Se describirá ahora un dispositivo de fabricación de resortes helicoidales de acuerdo con una realización de la presente invención, con referencia a la FIG. 1.

Un dispositivo de fabricación 10 de resortes helicoidales mostrado en la FIG. 1 comprende un mandril 11, para

- 5 enrollar un resorte helicoidal de compresión W a una temperatura (fría o caliente) no superior a la temperatura de transformación A_1 . Aunque en el ejemplo el mandril 11 tiene forma de columna, puede tener otra forma, tal como cónica. Se enrolla helicoidalmente un material W1 del resorte helicoidal de compresión W, sobre el mandril 11. El material W1 (material de resorte) consiste principalmente en acero para resortes, y tiene forma de barra. La sección transversal del material W1 puede ser completamente circular, o tener una forma que combine una pluralidad de arcos circulares, tal como una elipse o un óvalo.
- 10 Un soporte 15 de mandril soporta rotativamente una porción terminal 11a del mandril 11. El soporte 15 de mandril está montado sobre una base móvil 16. La base móvil 16 puede desplazarse a lo largo de unas guías 17, en la dirección indicada por la flecha X1 en la FIG. 1. Un mecanismo 18 de cilindros hace oscilar el soporte 15 de mandril y la base móvil 16 en la dirección de la flecha X1.
- 15 La otra porción terminal 11b del mandril 11 está sujeta de manera desmontable por un cabezal motriz 20 de mandril. El cabezal motriz 20 de mandril se hace girar mediante un motor 24, a través de un mecanismo de engranaje reductor 21, un freno 22, un embrague 23, etc. El mandril 11 gira en la dirección indicada por la flecha R1 de la FIG. 1. El mecanismo de engranaje reductor 21 comprende un primer detector 25, para detectar el ángulo de rotación del cabezal motriz 20 de mandril. El mecanismo de engranaje reductor 21, el freno 22, el embrague 23, el motor 24, etc., constituyen un mecanismo de accionamiento 28 de mandril para hacer girar el mandril 11.
- 20 El cabezal motriz 20 de mandril comprende un plato de sujeción 30, que funciona como un mecanismo de fijación de material. Un mecanismo de cilindro 31 desplaza radialmente el plato de sujeción 30 con respecto al mandril 11. El plato de sujeción 30 fija una porción terminal distal W2 de material W1. Si se hace girar el mandril 11 en la dirección de la flecha R1 (FIG. 1) mediante el mecanismo de accionamiento 28 de mandril, el material W1 se enrolla helicoidalmente sobre el mandril 11. Por lo tanto, el material W1 se mueve en la dirección indicada por la flecha F, hacia el mandril 11, a medida que gira en la dirección indicada por la flecha R2 sobre su propio eje.
- 25 Un mecanismo de sollicitación 40 está dispuesto junto al mandril 11. El mecanismo de sollicitación 40 está configurado para poder aplicar una carga de tracción o de torsión en el material W1 enrollado sobre el mandril 11.
- 30 Por ejemplo, el mecanismo de sollicitación 40 comprende un mecanismo de generación de par, un mecanismo de freno, etc. El mecanismo de generación de par aplica una carga de torsión en el material W1 mediante la restricción del giro del material W1 en la dirección de la flecha R2. El mecanismo de freno aplica una carga de tracción en el material W1 mediante frenado, y mediante la prevención del movimiento del material W1 en la dirección de la flecha F. El mecanismo de sollicitación 40 puede incorporar un mecanismo de generación de par, configurado para retorcer eficazmente el material W1, y un mecanismo de tensión configurado para tirar eficazmente del material W1.
- 35 El mecanismo de sollicitación 40 está montado sobre una mesa móvil 41. Al girar un tornillo de avance 42, la mesa móvil 41 efectúa un movimiento alternativo a lo largo de un eje X del mandril 11 (o en la dirección indicada por la flecha X2 en la FIG. 1), a lo largo de una guía 43. El tornillo de avance 42 se hace girar mediante un servomotor 45, a modo de ejemplo de actuador. Aunque un ejemplo del servomotor 45 es un servomotor de CC, en su lugar puede utilizarse un servomotor de CA, un motor de impulsos, un servomotor hidráulico, etc.
- 40 Un segundo detector 46 detecta el ángulo de rotación del tornillo de avance 42. Basándose en el ángulo de rotación detectado por el segundo detector 46, se introduce la posición de la mesa móvil 41 en un contador 47. Se realimenta una señal introducida en el contador 47 al servomotor 45, a través de un servoamplificador 48. Un mecanismo de desplazamiento 50 mueve el mecanismo de sollicitación 40 a lo largo del eje X del mandril 11. El mecanismo de desplazamiento 50 comprende el tornillo de avance 42 y el servomotor 45.
- 45 Se utiliza un controlador 60 para controlar el mecanismo de accionamiento 28 de mandril, el servomotor 45, y el mecanismo de sollicitación 40. El controlador 60 está formado por un procesador de datos, tal como un ordenador, que funciona como un medio de control. Se suministra al controlador 60 una señal desde el primer detector 25, es decir, una señal relativa al ángulo de rotación del cabezal motriz 20 de mandril. Previamente, se introducen datos en el controlador 60 sobre el resorte helicoidal W. La posición (en la dirección de la flecha X2) del mecanismo de sollicitación 40 se controla a medida se controlan el mecanismo de accionamiento 28 de mandril y el servomotor 45 en función de estos datos, el ángulo de rotación del cabezal motriz 20 de mandril, etc. Una unidad de accionamiento 61 de embrague/freno está conectada al controlador 60. La unidad de accionamiento 61 de embrague/freno activa el freno 22 y el embrague 23, con una temporización predeterminada.
- 50 La siguiente es una descripción del funcionamiento del dispositivo de fabricación 10 de resortes helicoidales.
- 55 Se hace pasar el material W1 del resorte helicoidal W a través del mecanismo de sollicitación 40, y se dirige al mandril 11. La temperatura del material W1 no es más alta que la temperatura de formación en frío o en caliente, es decir la temperatura de transformación A_1 del acero de resorte. La temperatura no superior a la temperatura de transformación A_1 es una temperatura del material a la que se produce la recuperación elástica. Se inserta la porción terminal distal W2 del material W1 entre el mandril 11 y el plato de sujeción 30. Si se suministra una señal de inicio al controlador 60, se activa el mecanismo de cilindro 31 y el plato de sujeción 30 retiene la porción terminal distal W2 del material W1.

A continuación, se activa el embrague 23, de modo que se transmite la potencia del motor 24 al cabezal motriz 20 de mandril a través del mecanismo de engranaje reductor 21, con lo cual el mandril 11 gira en la dirección de la flecha R1. El primer detector 25 detecta el ángulo de rotación del cabezal motriz 20 de mandril. Se introduce una señal detectada en el controlador 60. El controlador 60 se ha cargado previamente con los datos sobre el ángulo de paso del resorte helicoidal W y con los datos de las cargas de torsión y de tracción para el mecanismo de sollicitación 40, mediante un procedimiento predeterminado (por ejemplo, introducción por teclado, un medio de grabación, etc.). A medida que se controla el mecanismo de sollicitación 40 en función de estos datos, se somete el material W1 a una deformación por flexión y, al mismo tiempo, se aplican un par de torsión y una carga de tracción al material W1. Adicionalmente, el servomotor 45 produce una rotación, de tal manera que el mecanismo de sollicitación 40 se desplace en la dirección de la flecha X2, con lo cual se forma el paso del resorte helicoidal W en correspondencia al ángulo de rotación del mandril 11.

Cuando termina de enrollarse el material W1 sobre el mandril 11, el controlador 60 envía una señal a la unidad de accionamiento 61 de embrague/freno, por lo que el mandril 11 deja de girar. Adicionalmente, el servomotor 45 realiza una operación de retorno de tal manera que el mecanismo de sollicitación 40 vuelva a su posición original. Al mismo tiempo, se acciona el mecanismo 18 de cilindros de manera que el soporte 15 de mandril se desplace a la derecha, en la FIG. 1. Acto seguido, el resorte helicoidal W puede desengancharse del mandril 11. Después de desenganchar el resorte helicoidal W, el mecanismo 18 de cilindros mueve de nuevo el mandril 11 a lo largo del eje X, por lo que se encaja la porción terminal 11b del mandril 11 en el cabezal motriz 20 de mandril.

Para conformar plásticamente (o enrollar) el resorte helicoidal W, se lleva a cabo un procedimiento de sollicitación que se efectúa junto con la flexión. En el procedimiento de sollicitación, el mecanismo de sollicitación 40 aplica una carga de tracción y/o de torsión en el resorte helicoidal W. Por medio de esta carga, pueden producirse esfuerzos residuales en el exterior y en el interior de la curva del resorte helicoidal W, después de un procedimiento de anulación de carga, diferentes de los obtenidos cuando se aplica una deformación normal. La siguiente es una descripción del esfuerzo residual producido en el resorte helicoidal W por el mecanismo de sollicitación 40.

En cada una de las FIGS. 2-8, la abscisa representa la posición de una sección transversal radial del material. Si la sección transversal del material es perfectamente circular, el centro de la abscisa es el centro de la sección transversal, es decir, el centro del material. Aunque en la siguiente descripción la sección transversal del material se considera perfectamente circular, lo mismo es aplicable al caso en el que la sección transversal tenga una forma que no sea un círculo perfecto (por ejemplo, una elipse o un óvalo).

En las FIGS. 2-8, la ordenada representa los esfuerzos principales. Sobre la base de los estudios habituales de la mecánica de materiales, se asume que los esfuerzos principales positivo (+) y negativo (-) son de tracción y de compresión, respectivamente. En la descripción que sigue, en cada una de las FIGS. 2-8 el lado izquierdo de la abscisa se considera como el exterior de la curva, y el lado derecho como el interior.

La línea continua A de cada una de las FIGS. 2-8 representa la distribución del esfuerzo, obtenida cuando se aplica una deformación por flexión. La línea recta diagonal B representa el grado de enderezamiento para la energía elástica interna mínima que se alcanza cuando se anula la carga causada por la flexión. Así, la diferencia entre el esfuerzo (línea continua A) causado por la flexión y el nivel de la línea recta B permanece como el esfuerzo residual en el resorte helicoidal formado. La línea discontinua C de cada una de las FIGS. 2-8 representa el esfuerzo residual. Las líneas discontinuas superior e inferior D1 y D2 de cada una de las FIGS. 2-8 representan límites elásticos. El esfuerzo en el material nunca supera este valor independientemente de la cadencia de deformación por flexión.

La FIG. 2 muestra las distribuciones del esfuerzo obtenidas durante las operaciones de flexión y de enderezamiento en una zona elástica. El esfuerzo causado cuando se aplica deformación por flexión es menor que los límites elásticos D1 y D2. En consecuencia, la distribución A del esfuerzo obtenida cuando se aplica deformación por flexión se representa con una línea recta, que es coincidente con la línea recta B a la que se vuelve tras anular la carga. Así, el esfuerzo residual C tras anular la carga es cero.

La misma consideración puede aplicarse en un caso que implique conformación plástica. Sin embargo, en este caso el exterior y el interior de la curva están parcialmente situados en una zona plástica, por lo que el estado original no puede restaurarse por completo incluso después de anular la carga de flexión. La FIG. 3 muestra una distribución del esfuerzo para este caso. Aunque la recuperación elástica se produce de tal manera que la energía elástica se reduce al mínimo tras la anulación de carga, debido a la distribución interna del esfuerzo se mantiene el esfuerzo elástico. Esto genera un esfuerzo residual. Como se muestra en la FIG. 3, sigue habiendo un "esfuerzo residual compresivo" cerca de la superficie en el exterior de la curva, y sigue habiendo un "esfuerzo residual de tracción" cerca de la superficie en el interior de la curva.

Si para el conformado se aplica una carga de tracción, durante el procedimiento de sollicitación, al mismo tiempo que una deformación por flexión superior a los límites elásticos, se produce un fenómeno interesante. La FIG. 4 muestra una distribución del esfuerzo para este caso. Como se muestra en la FIG. 4, cuando se aplica una carga de tracción la distribución A del esfuerzo de flexión se desplaza hacia arriba. Sin embargo, dado que el esfuerzo alcanza su pico en el valor de los límites elásticos D1 y D2, cambia el equilibrio entre las zonas plásticas en el exterior y en el interior

de la curva.

El procedimiento de anulación de carga se lleva a cabo desenganchando el material W1 del mandril 11, tras efectuar el procedimiento de sollicitación. La FIG. 4 muestra el esfuerzo residual C causado tras anular las cargas (cargas de flexión y de tracción) en el procedimiento de anulación de cargas. En la distribución del esfuerzo mostrada en la FIG. 4, en comparación con la distribución del esfuerzo de la FIG. 3, el esfuerzo residual compresivo (valor absoluto) en el exterior de la curva es mayor, y el esfuerzo residual de tracción (valor absoluto) en el interior de la curva es menor. Esta es una característica muy deseable a la hora de mejorar la durabilidad del resorte helicoidal formado.

El resorte helicoidal de compresión que presenta el esfuerzo residual C mostrado en la FIG. 4 comprende una zona W3 de superficie exterior, una zona W4 de reducción del esfuerzo compresivo, una porción P1 de cambio de esfuerzos, una porción P2 de pico de esfuerzo de tracción, una zona W5 de reducción del esfuerzo de tracción y una zona W6 de superficie interior. La zona W3 de superficie exterior comprende una superficie en el exterior de la curva del resorte helicoidal, y presenta el esfuerzo residual compresivo. En la zona W4 de reducción del esfuerzo compresivo, el esfuerzo residual compresivo disminuye desde la zona W3 de superficie exterior hacia el centro del material. La porción P1 de cambio de esfuerzo está situada entre la zona W3 de superficie exterior y el centro del material, e implica un cambio del esfuerzo residual compresivo al esfuerzo residual de tracción. La porción P2 de pico de esfuerzo de tracción está situada entre la porción P1 de cambio de esfuerzos y el centro del material, e implica el esfuerzo de tracción máxima residual. En la zona W5 de reducción del esfuerzo de tracción, el esfuerzo residual de tracción disminuye desde la porción P2 de pico de esfuerzo de tracción hacia el interior de la curva del resorte helicoidal. La zona W6 de superficie interior comprende una superficie en el interior de la curva del resorte helicoidal, y presenta el esfuerzo residual de tracción con un valor absoluto menor que el del esfuerzo residual compresivo de la zona W3 de superficie exterior.

Así, en el resorte helicoidal que presenta la distribución del esfuerzo mostrada en la FIG. 4, el esfuerzo residual compresivo se mantiene en la superficie exterior de la curva, y el esfuerzo residual compresivo disminuye desde la superficie en el exterior de la curva hacia el centro del material. La porción P1 de cambio de esfuerzos, en la que se produce el cambio del esfuerzo residual compresivo al esfuerzo residual de tracción, está situada entre la superficie en el exterior de la curva y el centro del material. La porción P2 de pico de esfuerzo de tracción, en la que el esfuerzo residual de tracción es máximo, está situada entre la porción P1 de cambio de esfuerzos y el centro del material. El esfuerzo residual de tracción disminuye desde la porción P2 de pico de esfuerzo de tracción hacia el interior de la curva. El esfuerzo residual de tracción, cuyo valor absoluto es más pequeño que el del esfuerzo residual compresivo en la superficie exterior de la curva, se mantiene en la superficie interior de la curva. Así, puede mejorarse la durabilidad del resorte helicoidal mediante la aplicación simultánea en el resorte helicoidal de la deformación por flexión y la carga de tracción.

Para mejorar aún más este efecto, la carga de tracción, que se aplica simultáneamente con la deformación por flexión, solo deberá incrementarse durante el procedimiento de sollicitación. Si se aumenta la carga de tracción, se incrementa aún más el esfuerzo residual compresivo (valor absoluto) en el exterior de la curva, mientras que el esfuerzo residual de tracción (valor absoluto) en el interior de la curva se reduce aún más, como se muestra en la FIG. 5. Si se incrementa aún más la carga de tracción, el esfuerzo residual en el interior de la curva del resorte helicoidal, tras el procedimiento de anulación de carga, se convierte también en el esfuerzo residual compresivo, como se muestra en la FIG. 6. Por lo tanto, se puede mejorar la durabilidad del resorte helicoidal incluso si se reduce o se omite el granallado.

El esfuerzo debido a una torsión aumenta en proporción a la distancia desde el centro de la torsión. En el ejemplo anteriormente descrito del resorte helicoidal, el esfuerzo se produce en proporción a la distancia desde el centro del material. La FIG. 7 muestra un ejemplo de un caso en el que se añade el esfuerzo debido a una curva, en este estado retorcido. Si se selecciona una carga de torsión (par) apropiada mediante el mecanismo de sollicitación 40 del dispositivo helicoidal 10 de fabricación de resortes, puede lograrse un esfuerzo residual de tracción suficientemente bajo en el interior de la curva del resorte helicoidal, tras el procedimiento de anulación de carga.

El resorte helicoidal de compresión que presenta el esfuerzo residual C mostrado en la FIG. 7 también comprende una zona W3 de superficie exterior, una zona W4 de reducción del esfuerzo compresivo, una porción P1 de cambio de esfuerzos, una porción P2 de pico de esfuerzo de tracción, una zona W5 de reducción del esfuerzo de tracción y una zona W6 de superficie interior. La zona W3 de superficie exterior comprende una superficie en el exterior de la curva del resorte helicoidal, y presenta el esfuerzo residual compresivo. En la zona W4 de reducción del esfuerzo compresivo, el esfuerzo residual compresivo disminuye desde la zona W3 de superficie exterior hacia el centro del material. La porción P1 de cambio de esfuerzos está situada entre la zona W3 de superficie exterior y el centro del material, e implica un cambio del esfuerzo residual compresivo al esfuerzo residual de tracción. La porción P2 de pico de esfuerzo de tracción está situada entre la porción P1 de cambio de esfuerzos y el centro del material, e implica el esfuerzo de tracción máxima residual. En la zona W5 de reducción del esfuerzo de tracción, el esfuerzo residual de tracción disminuye desde la porción P2 de pico de esfuerzo de tracción hacia el interior de la curva del resorte helicoidal. La zona W6 de superficie interior comprende una superficie en el interior de la curva del resorte helicoidal, y presenta el esfuerzo residual de tracción con un valor absoluto menor que el del esfuerzo residual compresivo de la zona W3 de superficie exterior.

Así, en el resorte helicoidal que presenta la distribución del esfuerzo mostrada en la FIG. 7, el esfuerzo residual compresivo se mantiene en la superficie exterior de la curva, y el esfuerzo residual compresivo disminuye desde la superficie en el exterior de la curva hacia el centro del material. La porción P1 de cambio de esfuerzos, en la que se produce el cambio del esfuerzo residual compresivo al esfuerzo residual de tracción, está situada entre la superficie en el exterior de la curva y el centro del material. La porción P2 de pico de esfuerzo de tracción, en la que el esfuerzo residual de tracción es máximo, está situada entre la porción P1 de cambio de esfuerzos y el centro del material. El esfuerzo residual de tracción disminuye desde la porción P2 de pico de esfuerzo de tracción hacia el centro del material. El esfuerzo residual compresivo, cuyo valor absoluto es más pequeño que el del esfuerzo residual compresivo en la superficie exterior de la curva, se mantiene en la superficie interior de la curva. Este resorte helicoidal también pudo exhibir una excelente durabilidad.

En el procedimiento de sollicitación, puede esperarse el mismo efecto que se ha descrito anteriormente incluso si se aplican las cargas de tracción y de torsión simultáneamente con la deformación por flexión. La FIG. 8 muestra un ejemplo de esfuerzo para este caso.

El resorte helicoidal de compresión que presenta la distribución del esfuerzo residual mostrada en la FIG. 8 también comprende una zona W3 de superficie exterior, una zona W4 de reducción del esfuerzo compresivo, una porción P1 de cambio de esfuerzos, una porción P2 de pico de esfuerzo de tracción, una zona W5 de reducción del esfuerzo de tracción y una zona W6 de superficie interior. La zona W3 de superficie exterior comprende una superficie en el exterior de la curva del resorte helicoidal, y presenta el esfuerzo residual compresivo. En la zona W4 de reducción del esfuerzo compresivo, el esfuerzo residual compresivo disminuye desde la zona W3 de superficie exterior hacia el centro del material. La porción P1 de cambio de esfuerzos está situada entre la zona W3 de superficie exterior y el centro del material, e implica un cambio del esfuerzo residual compresivo al esfuerzo residual de tracción. La porción P2 de pico de esfuerzo de tracción está situada entre la porción P1 de cambio de esfuerzos y el centro del material, e implica el esfuerzo de tracción máxima residual. En la zona W5 de reducción del esfuerzo de tracción, el esfuerzo residual de tracción disminuye desde la porción P2 de pico de esfuerzo de tracción hacia el interior de la curva del resorte helicoidal. La zona W6 de superficie interior comprende una superficie en el interior de la curva del resorte helicoidal, y presenta el esfuerzo residual de tracción con un valor absoluto menor que el del esfuerzo residual compresivo de la zona W3 de superficie exterior.

Así, en el resorte helicoidal que presenta la distribución del esfuerzo mostrada en la FIG. 8, las cargas de tracción y de torsión se aplican simultáneamente la flexión en el procedimiento de sollicitación. Adicionalmente, el esfuerzo residual compresivo se mantiene en la superficie exterior de la curva, tras el esfuerzo del cese de carga. En este resorte helicoidal, el esfuerzo residual compresivo disminuye desde la superficie en el exterior de la curva hacia el centro del material, y la porción P1 de cambio de esfuerzos, en la que se produce el cambio del esfuerzo residual compresivo al esfuerzo residual de tracción, está situada entre la superficie en el exterior de la curva y el centro del material. La porción P2 de pico de esfuerzo de tracción, en la que el esfuerzo residual de tracción es máximo, está situada entre la porción P1 de cambio de esfuerzos y el centro del material. El esfuerzo residual de tracción disminuye desde la porción P2 de pico de esfuerzo de tracción hacia el interior de la curva. El esfuerzo residual compresivo se mantiene en la superficie interior de la curva. En este caso también pudo mejorarse la durabilidad del resorte helicoidal.

Aplicabilidad Industrial

La presente invención puede aplicarse a resortes helicoidales de compresión para diversos dispositivos, además de a resortes para la suspensión de un vehículo. Al llevar a cabo la presente invención, debe comprenderse que pueden modificarse de diversas maneras las formas específicas del dispositivo y el procedimiento fabricación de resortes helicoidales, incluyendo el mandril y el mecanismo de sollicitación, así como las formas del resorte helicoidal de compresión, sin apartarse del ámbito de la invención según se define por las reivindicaciones adjuntas.

Explicación de Números de Referencia

- W1: Material
- 10: Dispositivo de fabricación de resortes helicoidales
- 11: Mandril
- 28: Mecanismo de accionamiento de mandril
- 30: Plato de sujeción (mecanismo de fijación de materiales)
- 40: Mecanismo de sollicitación
- 50: Mecanismo de desplazamiento
- 60: Controlador

REIVINDICACIONES

1. Un resorte helicoidal (W) de compresión que se forma flexionando en espiral un material (W1) de resorte en forma de barra, que comprende:

- 5 una zona (W3) de superficie exterior, que comprende una superficie en el exterior de una curva del resorte helicoidal (W), y presenta un esfuerzo residual compresivo;
- una zona (W4) de reducción del esfuerzo compresivo, en la cual el esfuerzo residual compresivo disminuye desde la zona (W3) de superficie exterior hacia el centro del material;
- 10 una porción (P1) de cambio de esfuerzos que está situada entre la zona (W3) de superficie exterior y el centro del material (W1), y en la cual se produce un cambio del esfuerzo residual compresivo al esfuerzo residual de tracción;
- una porción (P2) de pico de esfuerzo de tracción que está situada entre la porción (P1) de cambio de esfuerzos y el centro del material (W1), y en la cual el esfuerzo de tracción residual es máximo;
- 15 una zona (W5) de reducción del esfuerzo de tracción, en la cual el esfuerzo residual de tracción disminuye desde la porción (P2) de pico de esfuerzo de tracción hacia el interior de la curva del resorte helicoidal (W); y
- una zona (W6) de superficie interior que comprende una superficie en el interior de la curva, y presenta un esfuerzo residual de tracción o un esfuerzo residual compresivo con un valor absoluto menor que el del esfuerzo residual compresivo de la zona (W3) de superficie exterior.

2. Un dispositivo de fabricación de un resorte helicoidal, que comprende:

- 20 un mandril (11) que tiene una superficie periférica exterior, que se corresponde con el resorte helicoidal (W) a formar;
- un mecanismo de fijación (30) de material, configurado para asegurar al mandril (11) una porción terminal distal (W2) de un material (W1) de resorte en forma de barra;
- un mecanismo de accionamiento (28) de mandril, configurado para hacer girar el mandril (11) en una dirección fija, enrollando helicoidalmente de ese modo el material (W1) sobre el mandril (11) y produciendo una deformación por flexión superior a un límite elástico;
- 25

caracterizado porque el dispositivo de fabricación comprende adicionalmente:

- un mecanismo de sollicitación (40), configurado para aplicar una carga de tracción y/o de torsión en el material (W1) enrollado sobre el mandril (11) de manera simultánea a la deformación por flexión;
- 30 un mecanismo de desplazamiento (50), configurado para mover de manera relativa el mecanismo de sollicitación (40) a lo largo de un eje (X) del mandril (11), en asociación con la rotación del mandril (11); y
- un controlador (60) configurado para controlar la carga de tracción o de torsión aplicada por el mecanismo de sollicitación (40), en función de los datos previamente introducidos.

3. Un procedimiento de fabricación de un resorte helicoidal, que comprende:

- 35 enrollar helicoidalmente un material (W1) de resorte en forma de barra sobre un mandril (11), a una temperatura no mayor que la temperatura de transformación A1, produciendo de esta manera una deformación de flexión superior a un límite elástico;

caracterizado por

- 40 aplicar una carga de tracción y/o de torsión en el material (W1) de manera simultánea a la deformación por flexión, aplicando de este modo un esfuerzo en el material (W1), en el que la carga de tracción y/o de torsión aplicada se controla mediante un controlador en función de datos introducidos previamente; y
- mantener un esfuerzo residual compresivo sobre una superficie del material (W1) en el exterior de una curva al anular la carga, de tal manera que el material (W1) se desenganche del mandril (11) tras aplicar el esfuerzo en el material (W1), y
- 45 producir un esfuerzo residual de tracción o un esfuerzo residual compresivo, que tenga un valor absoluto menor que el del esfuerzo residual compresivo sobre el exterior de la curva, sobre una superficie del material (W1) en el interior de la curva.

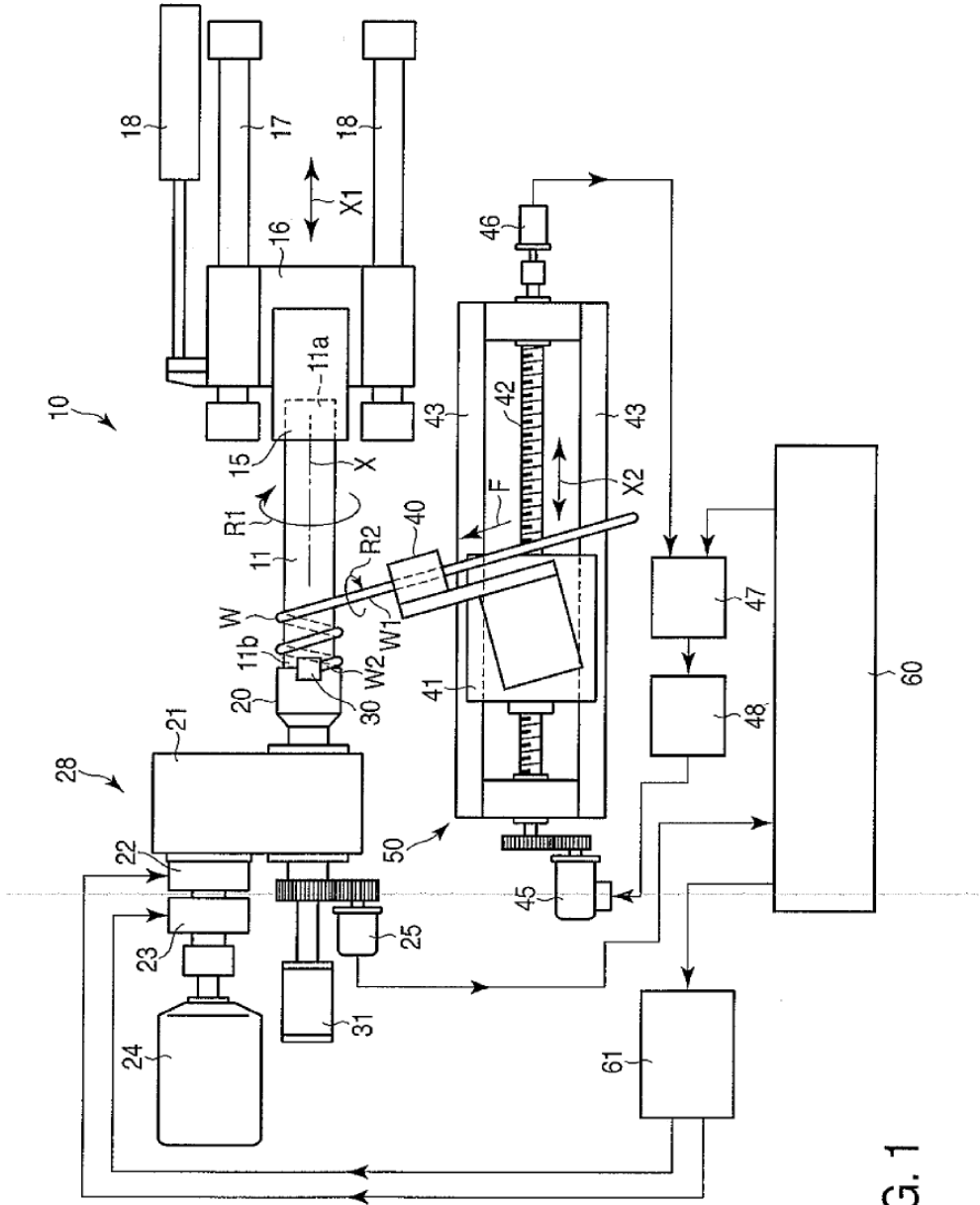


FIG. 1

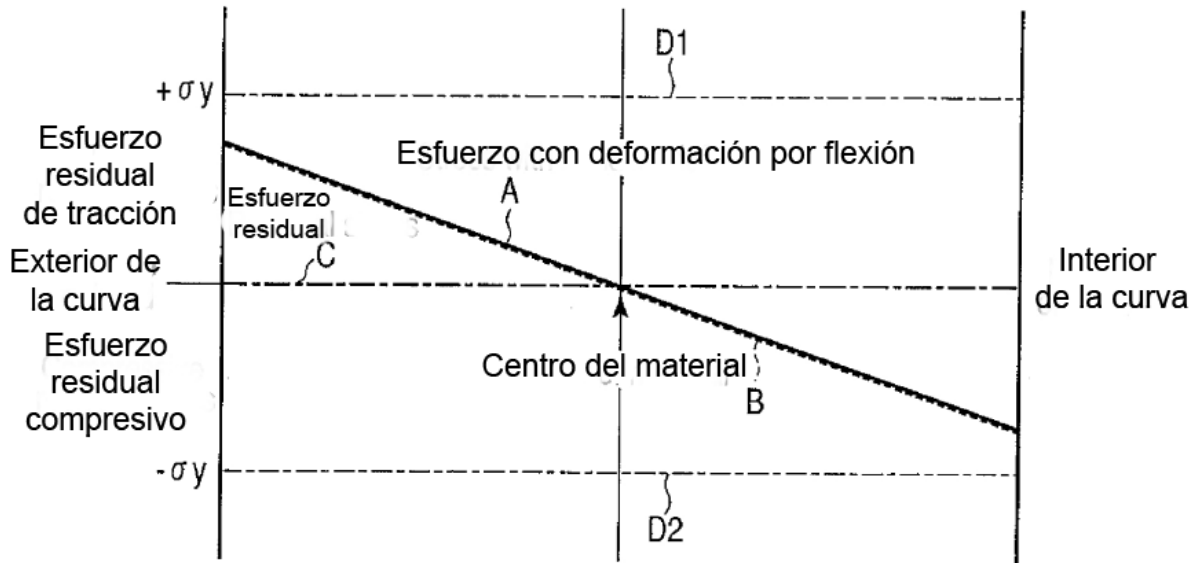


FIG. 2

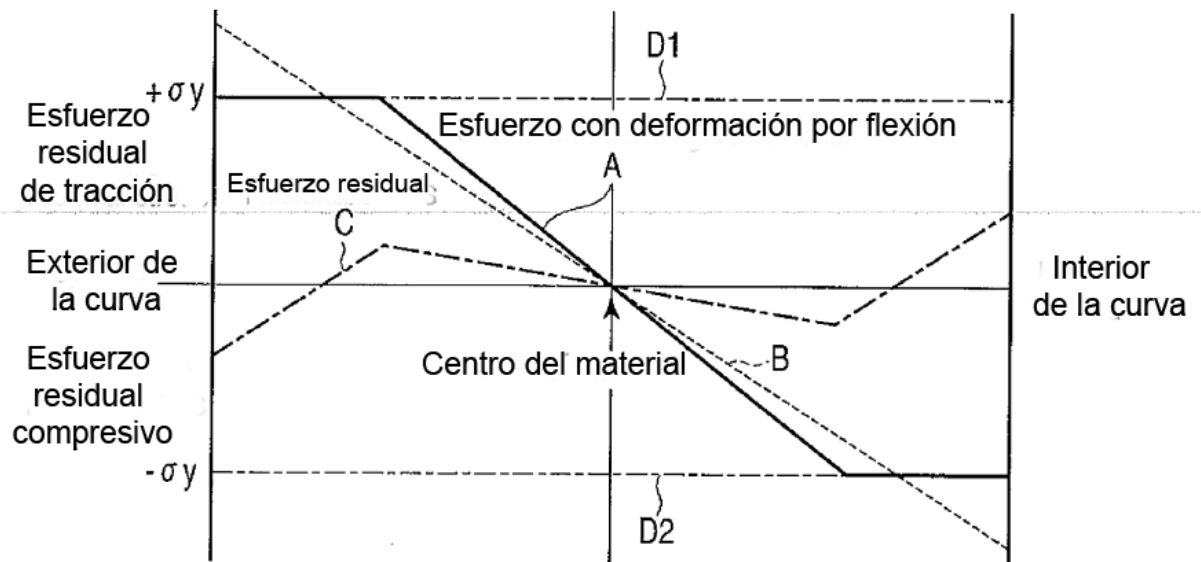


FIG. 3

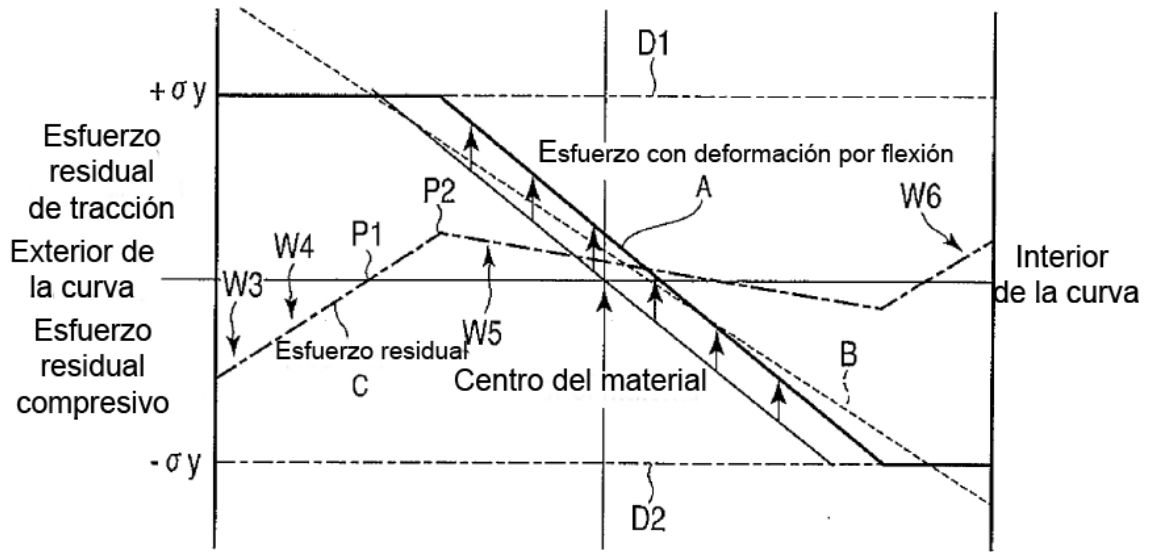


FIG. 4

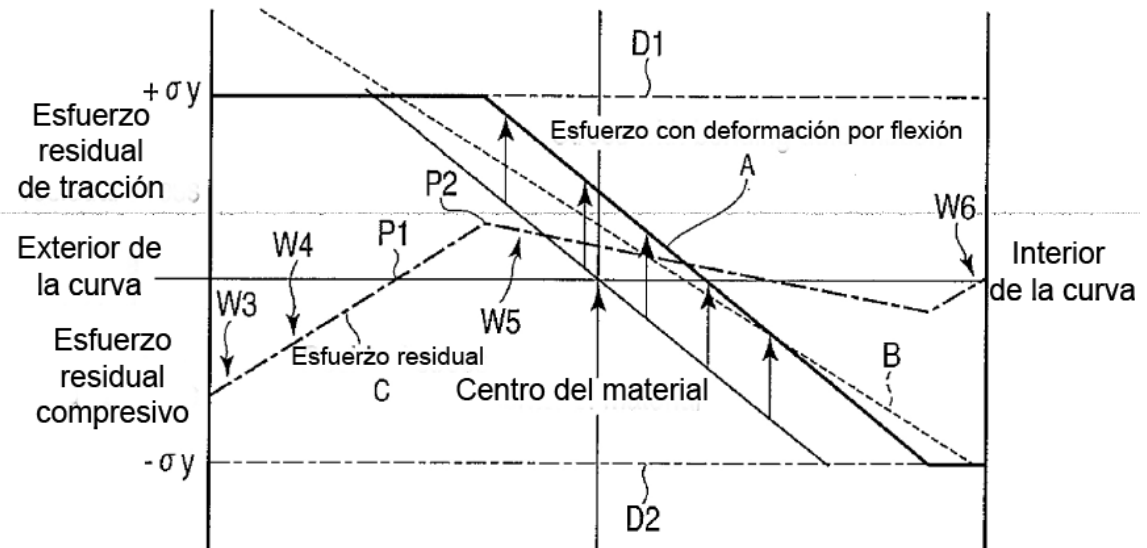


FIG. 5

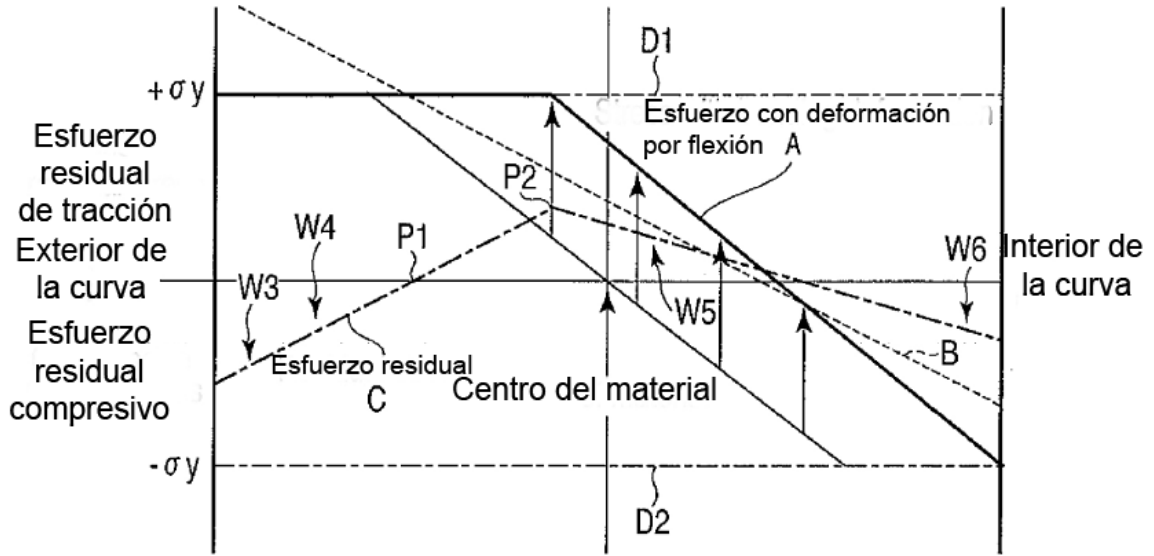


FIG. 6

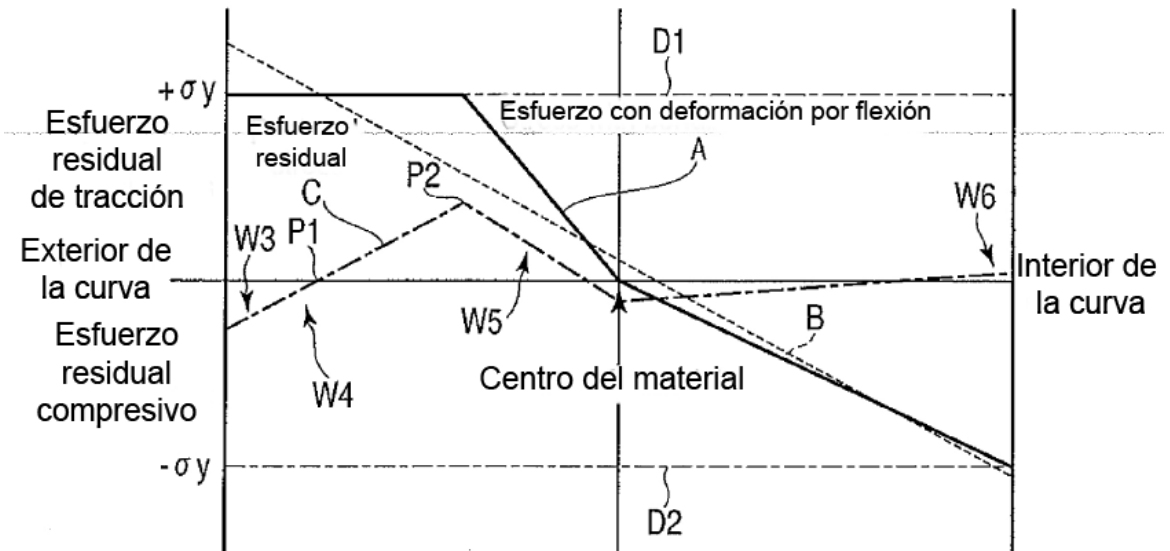


FIG. 7

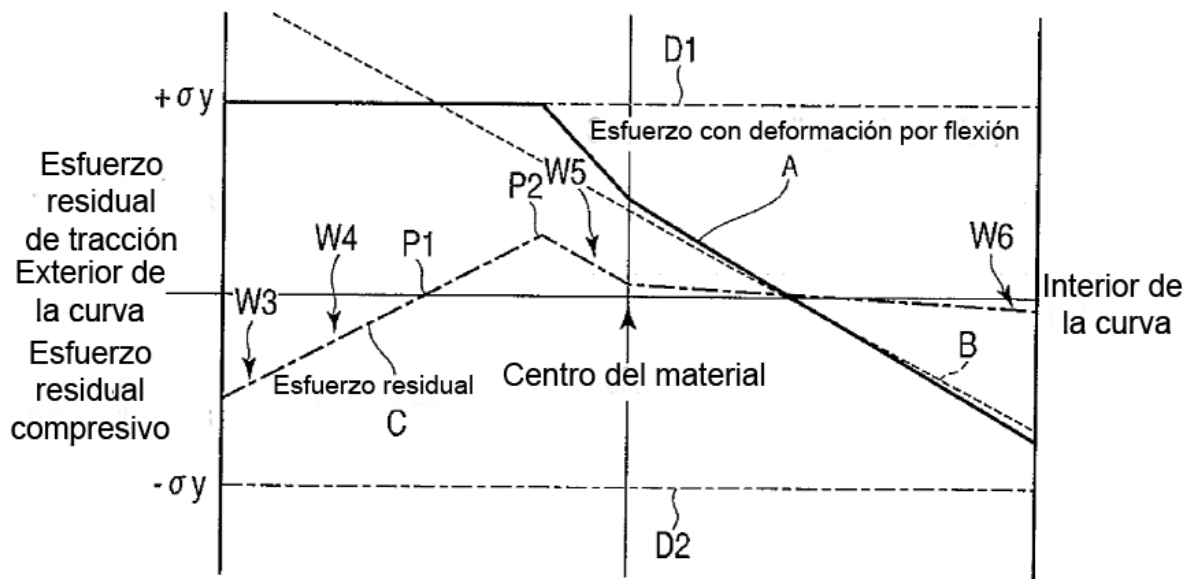


FIG. 8