



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 325 351**

51 Int. Cl.:
C21D 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00937195 .6**

96 Fecha de presentación : **08.06.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1201773**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2002**

54 Título: **Resorte de gran resistencia y procedimiento de fabricación del mismo.**

30 Prioridad: **08.06.1999 JP 11-160706**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.09.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.09.2009

73 Titular/es: **NHK SPRING Co., Ltd.**
10, Fukuura 3-chome
Kanazawa-ku, Yokohama-shi
Kanagawa 236-0004, JP

72 Inventor/es: **Tange, Akira;**
Ando, Kotoji y
Watanabe, Koji

74 Agente: **Gil Vega, Víctor**

ES 2 325 351 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 de gran resistencia y procedimiento de fabricación del mismo.

5 **Campo y antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a un resorte de gran resistencia adecuado para resortes de suspensión y resortes de válvula para automóviles y otras industrias, se refiere a un procedimiento de fabricación del mismo y, en particular, se refiere a tecnologías para mejorar considerablemente la durabilidad del resorte.

10 La JP-A-5 179 349 A describe un resorte de gran resistencia y un procedimiento para fabricar el resorte según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 4, en donde el resorte formado se somete a granallado en una atmósfera de entre 100°C y 300°C bajo tensión. Se puede crear una tensión residual mayor y mejorar la durabilidad.

15 El documento del estado de la técnica JP 5 140 643 describe una tecnología para proporcionar un resorte de alta resistencia con un diseño sometido a mucha tensión. Según esta tecnología, el granallado se realiza sobre un acero para resortes a una temperatura que oscila entre 150 y 350°C, y el acero para resortes tiene una dureza de un diámetro de 2,7 mm o menos en una marca de bola de Brinell antes del granallado. El granallado en caliente se realiza usando granalla práctica de larga vida que tiene una dureza relativamente baja en vez de una granalla muy dura con una vida
20 corta.

Hasta ahora, en resortes automotrices tipificados como resortes de suspensión, la tensión en servicio (tensión de diseño) es mayor para ahorrar energía, y estos resortes requieren tener mejores propiedades de estiramiento en frío (resistencia a la flexión) y una mayor durabilidad. Los resortes normalmente se producen de manera que los aceros
25 para resortes se someten a tratamientos térmicos de temple y enfriamiento después de la formación. En los últimos años, se ha observado la tendencia de que la temperatura de enfriamiento se disminuye para aumentar la dureza de los resortes y para mejorar las propiedades de estiramiento en frío. Se sabe que la durabilidad se mejora normalmente aumentando la dureza de los resortes con dicho procedimiento.

30 Sin embargo, como la sensibilidad al efecto de entalladura aumenta a medida que aumenta la dureza del material, aumenta la durabilidad y disminuye la fiabilidad de los resortes. Cuando el material es duro, la granalla utilizada para los procedimientos de granallado cede ante el material duro. Esto significa que el trabajo del procedimiento de granallado es difícil y no se puede impartir una capa de tensión residual de compresión, que es más eficaz para mejorar la resistencia a la fatiga, y esto, por tanto, da como resultado un problema importante que consiste en que no se puede
35 mejorar la resistencia a la fatiga. Con el fin de facilitar la ejecución del procedimiento de granallado, se contempla el aumento de la dureza de la granalla. En este caso, la granalla se rompe fácilmente y el coste de fabricación es relativamente alto. En tales circunstancias, se ha hecho gran parte de la investigación en tecnología de granallado para mejorar la durabilidad.

40 Como tecnología de granallado para mejorar aún más la durabilidad, se conoce el granallado en caliente realizado dentro de una gama de temperaturas de calentamiento, como se propone en la patente japonesa 725630. Como se propone en las patentes US. 959.801 y 3.094.768, y en la primera publicación de solicitud de patente japonesa 148537/93, se conoce el granallado bajo tensión realizado mientras se aplica tensión en aceros para resortes. Por otra parte, se conoce el doble granallado en el que aceros para resortes se someten a un proceso de granallado y luego a
45 un proceso de granallado usando menos granalla que en el primer proceso. El granallado simple no puede aumentar la tensión residual de compresión en la parte de la superficie más externa del acero para resortes. El doble granallado puede aumentar la tensión residual de compresión en esa parte produciendo una deformación plástica en la misma usando granalla pequeña.

50 Sin embargo, incluso estos diferentes tipos de tecnología de granallado no son suficientes para hacer frente al reciente aumento de tensión en servicio debido a la reducción de peso en los resortes. Por lo tanto, un propósito de la invención es proporcionar un resorte de alta resistencia y un procedimiento de fabricación asociado, que pueda mejorar considerablemente la durabilidad en alta tensión en servicio. El propósito se consigue con las características de las reivindicaciones 1 a 4.

55 **Breve descripción de la invención**

El solicitante o cesionario propuso anteriormente un procedimiento de granallado en caliente en la Primera Publicación de Solicitud de Patente Japonesa 140643/93 en la que la dureza del acero para resortes y la temperatura
60 en el granallado en caliente estaban limitadas. Los inventores han investigado la combinación del procedimiento de granallado en caliente con el granallado bajo tensión, y han descubierto que la durabilidad de los aceros para resortes se mejora sustancialmente con la misma.

El procedimiento para la fabricación de resortes de alta resistencia de la presente invención se ha hecho en base a los conocimientos anteriores. La presente invención proporciona un procedimiento para producir resortes de alta
65 resistencia que incluye la realización de un primer granallado en acero para resortes con una dureza Vickers (en lo sucesivo, se denomina "HV") de 550 o más (correspondiente a un diámetro de 2,7 mm o menos en una marca de bola de Brinell, que se denominará en lo sucesivo "HBD") con aplicación de tensión sobre el resorte a una temperatura

ES 2 325 351 T3

de calentamiento de entre 150 y 350°C. Los efectos y ventajas de la invención se explican en adelante junto con los motivos de las anteriores limitaciones numéricas.

Dureza del Acero para Resortes: HBD 2,7 mm o más.

La figura 1 muestra la relación entre la dureza del resorte helicoidal y el número de ciclos hasta la rotura cuando se realizó una prueba de fatiga en dos tipos de resortes helicoidales que se sometieron a granallado a una temperatura de calentamiento o a temperatura ambiente. En el granallado en caliente, el resorte helicoidal se calentó a 300°C durante 20 minutos y fue inmediatamente sometido a granallado. Como se desprende de la figura 1, en el resorte helicoidal sometido al granallado en caliente, se mejora la durabilidad ya que aumenta la dureza del resorte helicoidal, y se puede conseguir una notable mejora de la durabilidad cuando la dureza es de 550HV (HBD 2,7 mm) o más.

Por lo tanto, los efectos de la mejora de la durabilidad, debido al granallado en caliente se demuestran de manera suficiente cuando la dureza del acero para resortes es de 550HV o más (HBD 2,7 mm o más). Por lo tanto, la dureza del acero para resortes se fija en 550HV o más (HBD 2,7 mm o más). Dado que la durabilidad se mejora sustancialmente cuando la dureza del acero para resortes es de 600HV o más (HBD 2,6 mm o más), la dureza del acero para resortes es de preferencia 600HV o más. Cabe señalar que HBD es el diámetro de un hueco formado al impactar una bola de carburo cementado con un diámetro de 10 mm contra una superficie de una muestra en una carga de 300 kgf (2940 N).

Temperaturas para Granallado Bajo Tensión en Caliente: entre 150 y 350°C.

La figura 2 muestra la relación entre la temperatura de resortes helicoidales durante el granallado y el número de ciclos hasta la rotura. Como se desprende de la figura 2, la durabilidad es superior en toda la gama de temperaturas de entre 200 y 350°C durante el granallado que en el caso en el que el granallado se realiza a temperatura ambiente. Se puede suponer que se puede conseguir el mismo efecto que antes a 150°C, que es relativamente inferior a 200°C, y la gama de temperaturas durante el granallado en caliente se establece en la gama que oscila entre 150 y 350°C. La temperatura en el granallado en caliente oscila de preferencia entre 250 y 325°C ya que la durabilidad se mejora más dentro de esta gama de temperaturas. Cabe señalar que la durabilidad disminuye relativamente cuando la temperatura durante el granallado es de 350°C. La razón de esto es que el grado de trabajo que realiza el granallado es alto y la rugosidad de la superficie es grande a 350°C, como también se muestra en la figura 2, y la sensibilidad al efecto de entalladura, por tanto, aumenta. Además, la liberación de la tensión residual de compresión se favorece a 350°C, y esto también hace que disminuya la durabilidad.

La presente invención se caracteriza por la ejecución de un primer granallado en un resorte mientras que se aplica tensión sobre el resorte a una temperatura de calentamiento que oscila entre 150 y 350°C. En un granallado bajo tensión convencional, mientras se aplicaba tensión al resorte a temperatura ambiente, se creía que la tensión favorecía el flujo plástico producido por la granalla, y que se podía generar una tensión residual de compresión sumamente grande. Sin embargo, en los resortes de alta resistencia según la invención, la dureza de los resortes es igual o mayor que la de la granalla. Por tanto, no se puede conseguir suficiente flujo plástico mediante granallado únicamente impartiendo tensión, y no se puede conseguir una mejora suficiente en resistencia a la fatiga. Por tanto, en la invención el granallado se realiza aplicando al mismo tiempo tensión a temperatura de calentamiento. Como resultado de ello, los inventores han descubierto que se puede obtener una mejora sorprendente de la durabilidad en comparación con el granallado bajo tensión en caliente o el granallado a temperatura ambiente.

Es decir, el resorte de alta resistencia de la presente invención se obtiene mediante la realización de un primer granallado en un acero para resortes que tenga una dureza de 550HV o más (que corresponde a un diámetro de 2,7 mm o menos en una marca de bola de Brinell), aplicando al mismo tiempo tensión sobre el resorte a una temperatura de calentamiento que oscile entre 150 y 350°C, con lo cual se imparte una tensión residual de compresión sumamente grande. Por lo tanto, la durabilidad del resorte durante su uso se mejora sustancialmente. Las realizaciones preferidas de la invención se explican a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1, es un diagrama que muestra la relación entre el número de ciclos hasta la rotura y la dureza del acero para resortes de la invención.

La figura 2, es un diagrama que muestra la relación entre la temperatura durante el granallado en caliente, el número de ciclos hasta la rotura y la rugosidad de la superficie del acero para resortes en la invención.

La figura 3, es una vista en perspectiva de un aparato de granallado en una realización de la invención.

La figura 4A, es una vista lateral de un resorte helicoidal en una realización de la invención, y la figura 4B es una vista en perspectiva que muestra el estado en el que un resorte helicoidal se instala en una plantilla.

La figura 5, es un diagrama que muestra la distribución de la tensión residual obtenida mediante cada condición de granallado en un primer ejemplo.

La figura 6, es un diagrama que muestra la relación entre el número de ciclos hasta la rotura y la tensión en un granallado bajo tensión en caliente en un segundo ejemplo.

Mejor modo para llevar a efecto la invención*Condiciones de Tensión para Granallado Bajo Tensión en Caliente*

5 La tensión que se imparte al resorte helicoidal durante el granallado bajo tensión en caliente es de preferencia de 75 kgf/mm² (735 MPa) o más. Al realizar el granallado bajo tensión en caliente con tal tensión, se mejora en gran medida y con gran fiabilidad la durabilidad del resorte helicoidal.

10 Es decir, la tensión aplicada a un resorte helicoidal se estableció en 45, 55, o 75 kgf/mm² (441, 539 ó 735 MPa), el resorte helicoidal se sometió a granallado bajo tensión, y luego se sometió a una prueba de durabilidad con una condición de tensión de 65 ± 45 kgf/mm² (637 ± 441 MPa). El resultado de la prueba se muestra en la figura 6. En la figura 6, los cuadros con el mismo número de ciclos se separan verticalmente. Como se muestra en la figura 6, todos los resortes helicoidales no se rompen en un millón de ciclos cuando la tensión es de 75 kgf/mm² (735 MPa), y los resortes helicoidales se rompieron en ciclos que van desde 100.000 a 600.000, cuando la tensión era de 60 kgf/mm² (588 MPa) o menos. De estos resultados, se demuestra que la tensión aplicada a resortes helicoidales en granallado bajo tensión en caliente es de 75 kgf/mm² (735 MPa) o más.

Doble Granallado Bajo tensión en Caliente

20 En la invención se puede aplicar doble granallado bajo tensión en caliente. En concreto, después del primer granallado bajo tensión en caliente, también se puede realizar un segundo granallado sobre el acero para resortes usando granalla con un diámetro menor que el de la primera granalla aplicando tensión al resorte a una temperatura de calentamiento de entre 150 y 350°C. En este proceso, se puede impartir moldeado flexible a la superficie más externa de un acero para resortes, aumentando así la tensión residual de compresión de esa parte y mejorando también la durabilidad.

Granallado en Caliente Preliminar

30 En el caso en el que un resorte helicoidal se somete a granallado bajo tensión, ambas superficies extremas del resorte helicoidal se mantienen y comprimen de manera natural mediante una plantilla. Por lo tanto, la superficie extrema del resorte helicoidal se cubre con la plantilla, de modo que los efectos del granallado bajo tensión no se imparten a la superficie extrema. Según la investigación de los inventores, se ha demostrado que una gran tensión se aplica a la parte que se levanta desde la superficie extrema del resorte helicoidal, y esa parte se corroe fácilmente ya que entra agua de lluvia y similares entre la superficie extrema y un elemento de soporte de la misma durante el uso.

35 De este modo, el granallado sobre la superficie extrema de los resortes helicoidales es muy importante para mejorar la durabilidad. Por tanto, al menos la parte con la que se pone en contacto la plantilla para aplicar tensión al acero para resortes se somete de preferencia a granallado en caliente preliminar a una temperatura de entre 150 y 350°C. En concreto, un par de ruedas de ablación que giran en direcciones diferentes entre sí se colocan en serie por encima de una línea de fabricación, y se realiza el granallado mientras que los resortes helicoidales se desplazan en la dirección axial de las mismas por la línea de fabricación.

45 La figura 3 muestra una realización de un aparato de granallado para llevar a cabo la invención. El número de referencia 1 de la figura es una cinta transportadora, que se construye más o menos haciendo girar una cinta 3 alrededor de una polea 2. Un par de ejes guía paralelos 4 y 4 están dispuestos por la superficie superior de la cinta 3. Una pluralidad de pivotes 5 se acoplan en la superficie superior de la cinta 3, y los pivotes 5 sobresalen hacia arriba pasando entre los ejes guía 4 y 4. Los ejes guía 4 y 4 giran en el mismo sentido alrededor de su eje, con lo cual hacen girar los resortes helicoidales S de los ejes guía 4 y 4, y el pivote 5 se acopla en el resorte helicoidal S para desplazarlo. Un par de ruedas de ablación 6 y 6, que giran en sentidos opuestos, se colocan por encima de una cinta transportadora 1 construida de ese modo, para lanzar granalla sobre la superficie extrema y la superficie lateral del resorte helicoidal S.

55 La construcción anterior es un aparato de granallado para realizar un granallado en caliente preliminar, y el aparato también se puede aplicar para granallado bajo tensión en caliente. En este caso, el resorte helicoidal S se pasa dos veces por un aparato de granallado, realizando así un granallado en caliente preliminar y un granallado bajo tensión en caliente. Por otro lado, se pueden colocar dos aparatos de granallado y realizar granallado en caliente preliminar y granallado bajo tensión en caliente, respectivamente, en cada aparato de granallado.

60 El resorte helicoidal S puede calentarse en un horno de temple o de recocido, o bien se puede proporcionar un horno de recalentar opcional corriente arriba del aparato de granallado, o se puede proporcionar entre los dos aparatos de granallado.

65 Una plantilla 10 que se muestra en la figura 4B, se puede utilizar para granallado bajo tensión en caliente. En la figura 4B, el número de referencia 11 es un disco, cuya parte central está conectada a un eje 12. Un disco 13 se instala por deslizamiento en el extremo del eje 12 en su dirección axial. El disco 13 se asegura a la izquierda en la figura mediante una tuerca 14 enroscada en el extremo del eje 12. Por tanto, el resorte helicoidal S, que estaba en un estado libre que se muestra en la figura 4A, se comprime en la distancia L, con lo cual se imparte una tensión predeterminada al mismo. El resorte helicoidal S instalado en la plantilla 10 se pasa por el aparato de granallado que se muestra en la figura 3, y se realiza un granallado bajo tensión en caliente.

Ejemplos

Ejemplo 1 de la Invención

5 Granallado bajo tensión en caliente

Se fabricaron resortes helicoidales con las especificaciones que aparecen en la tabla 1 a partir de un alambre hecho de un material estipulado por la Norma Industrial Japonesa SUP7 con un diámetro de 12,5 mm, y se sometieron a un refinado térmico a través de temple y enfriamiento para que tuvieran durezas de entre 2,5 y 2,65 HBD. Los resortes helicoidales se mantuvieron en un horno de recalentar a 315°C durante 20 minutos, y luego se sometieron a granallado en caliente preliminar, en el que se lanzó granalla sobre la superficie extrema del resorte helicoidal, pasando el resorte helicoidal a través del aparato de granallado que se muestra en la figura 3. La composición química del resorte helicoidal era de 0,59% C, 0,85% Mn, 2,05% Si, 0,15% Cr, y el resto Fe en % en peso.

15

TABLA 1

20

25

30

Diámetro del Alambre (mm)	Diámetro Medio R del Resorte Helicoidal (mm)	Número de Espiras efectivas	Constante de Resorte (Klbf/mm)	Longitud Libre (mm)
12,5	110	5,39	3,40	382

35

40

Después, el resorte helicoidal se instaló en la plantilla que se muestra en la figura 4B y se comprimió para impartirle una tensión de 75 kgf/mm² (735 MPa). El resorte helicoidal se precalentó después a 315°C de manera similar a la anterior, y se sometió a granallado bajo tensión en caliente pasándolo a través del aparato de granallado. Se usó un alambre cortado con un diámetro de 0,87 mm como granalla en el granallado en caliente y en el granallado bajo tensión en caliente preliminar.

Ejemplo 2

45

Doble Granallado Bajo Tensión en Caliente

50

Un resorte helicoidal, el mismo que en el ejemplo 1 de la invención, se sometió a granallado en caliente preliminar en las mismas condiciones que en el ejemplo 1. El resorte helicoidal se sometió a un primer granallado bajo tensión en caliente, y después se sometió a un segundo granallado bajo tensión en caliente en las mismas condiciones que en el primer granallado bajo tensión en caliente excepto en que se usó un alambre cortado con un diámetro de 0,67 mm, como granalla.

55

Ejemplo Comparativo 1

Doble Granallado en Frío

60

En el ejemplo comparativo 1, se realizó granallado a temperatura ambiente dos veces en lugar de granallado en caliente y granallado bajo tensión en caliente preliminar de la invención. En el segundo granallado, se usó como granalla un alambre cortado con un diámetro de 0,67 mm. Se produjo un resorte helicoidal del Ejemplo Comparativo 1 en las mismas condiciones que en los ejemplos de la invención a excepción de las citadas condiciones.

65

ES 2 325 351 T3

Ejemplo comparativo 2

Doble Granallado en Caliente

- 5 Se realizó dos veces granallado en caliente en las mismas condiciones que en los ejemplos de la invención, con la excepción de que no se aplicó tensión. En el segundo granallado, se usó un alambre cortado con un diámetro de 0,67 mm como granalla. Se produjo un resorte helicoidal del Ejemplo Comparativo 2 en las mismas condiciones que en los ejemplos de la invención a excepción de las citadas condiciones.

10 Ejemplo Comparativo 3

Granallado Bajo Tensión en Frío

- 15 Se realizó granallado en caliente y granallado bajo tensión preliminar en las mismas condiciones que en los ejemplos de la invención, salvo que se hizo a temperatura ambiente. Se produjo un resorte helicoidal del Ejemplo Comparativo 3 en las mismas condiciones que en los ejemplos de la invención a excepción de las citadas condiciones.

Prueba de durabilidad

- 20 Los resorte helicoidales de los ejemplos 1 y 2 de la invención y de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 se ajustaron de manera que se les aplicó una tensión de 134,1 kgf/mm² (1314 MPa), y se les sometió a una prueba de durabilidad después de haberlos pintado y secado a 150°C que actúa como recocido a baja temperatura. En la prueba de durabilidad, el resorte helicoidal se instaló en una máquina de prueba de durabilidad aplicándole una tensión de 75 kgf/mm² (735 MPa), y se aplicó una tensión alterna de ± 45 kgf/mm² (± 441 MPa) al resorte helicoidal en un frecuencia de 5,0 Hz, con lo cual se registró el número de ciclos hasta la rotura. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 2. El resorte helicoidal del Ejemplo 2 de la invención se sometió a una prueba de durabilidad en las mismas condiciones que el anterior, salvo que la tensión alterna era de ± 55 kgf/mm² (± 539 MPa). Los resultados de las pruebas también se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2

	Nº	Número de ciclos hasta la rotura	Nota
Ejemplo 1 de la Invención	1	938.600	
	2	1.000.000	Se detuvo después de un millón de ciclos sin rotura
	3	1.000.000	
	4	704.200	
Ejemplo 2 de la Invención	1 a 4	1.000.000	Se detuvo después de un millón de ciclos sin rotura

ES 2 325 351 T3

	5	255.300	
5	6	314.200	
	7	456.100	
10	8	605.400	
15	Ejemplo Comparativo 1	1 96.200	Doble granallado en frío
		2 118.500	
20		3 85.300	
		4 104.600	
25	Ejemplo Comparativo 2	1 287.400	Doble granallado en caliente
		2 261.300	
30		3 371.500	
		4 201.500	
35	Ejemplo comparativo 3	1 302.800	Granallado bajo tensión en frío
40		2 383.800	
		3 344.400	
45		4 347.600	
50			

Como queda claro en la Tabla 2, el número de ciclos hasta la rotura en el ejemplo 1 de la invención fue de aproximadamente un millón de ciclos, y las muestras demostraron una mayor durabilidad. En el ejemplo 2 de la invención en el que se realizó doble granallado bajo tensión en caliente, ninguna muestra (1 a 4) se rompió después de un millón de ciclos en el caso en el que se aplicó la tensión alterna de $\pm 45 \text{ kgf/mm}^2$ (441 MPa) en el estado de instalación a 75 kgf/mm^2 (375 MPa), y se demostró una buena durabilidad incluso en el caso en el que se aplicó la tensión alterna de $\pm 55 \text{ kgf/mm}^2$ (539 MPa) (5 a 8). En cambio, en el ejemplo comparativo 2 en el que se realizó doble granallado en frío, el número de ciclos fue de alrededor de 100.000, lo que puso de manifiesto que las muestras no están en condiciones para su uso práctico. En el ejemplo comparativo 2, en el que se realizó doble granallado en caliente, la duración se mejoró relativamente y el número de ciclos fue de aproximadamente 300.000. En el ejemplo comparativo 3 en el que se realizó granallado bajo tensión en frío, a pesar de que se mejoró aún más la durabilidad, el número de ciclos fue de sólo 350.000. Así pues, la invención en la que se realizó granallado bajo tensión en caliente demostró que se mejoró sustancialmente la durabilidad.

La figura 5 muestra una distribución de tensión residual impartida por cada condición de granallado. La tensión residual afecta seriamente a la resistencia a la fatiga, y se ha demostrado que una mayor resistencia residual y una distribución más amplia de la misma son más adecuadas para la mejora de la resistencia a la fatiga. Si se observa la

ES 2 325 351 T3

distribución de tensión residual en cada una de las condiciones de granallado que se muestran en la figura 5 desde este punto de vista, la tensión residual en el doble granallado en frío, en el que la resistencia a la fatiga era la menor, tuvo la menor distribución, y su valor máximo es de -900 MPa. Las tensiones residuales en el granallado en caliente y en el granallado en frío, en las que las resistencias a la fatiga son casi las mismas, tuvieron casi la misma distribución, y sus 5 los valores máximos son de alrededor de -1300 MPa. En cambio, la tensiones residuales en el granallado bajo tensión en caliente y en el doble granallado en caliente, en las que las resistencias a la fatiga son muy elevadas, tuvieron distribuciones mucho más amplias en comparación con las otras, y sus valores máximos son de -1600 MPa o más.

Aunque los ejemplos anteriores son ejemplificaciones de un resorte helicoidal de la invención, la invención no se 10 limita al resorte. La invención puede aplicarse a cualquier resorte, tal como resortes de lámina, resortes de disco, barras de torsión, barras de tensión y estabilizadores.

Como ya se ha explicado, según la invención, el granallado bajo tensión en caliente se realiza en un acero para 15 resortes mientras se aplica tensión a los resortes, por tanto se mejora sustancialmente la durabilidad con una alta tensión en servicio.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 325 351 T3

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de resortes de gran resistencia instalados en automóviles para suspensión, comprendiendo el procedimiento:

calentar un acero de resortes que tiene una dureza de 550HV o más en un horno de calentamiento,

realizar un primer granallado en el acero de resortes lanzando granalla desde un impulsor rotativo aplicando al mismo tiempo tensión sobre el resorte a una temperatura de calentamiento que oscila entre 150 y 350°C,

caracterizado porque la tensión se fija en 75 kgf/mm² (735 MPa) o más.

2. Procedimiento de fabricación de resortes de gran resistencia instalados en automóviles para suspensión según la reivindicación 1, en donde un segundo granallado se realiza en el acero de resortes usando granalla con un diámetro menor que el de la granalla del primer granallado aplicando al mismo tiempo tensión sobre el resorte a una temperatura de calentamiento que oscila entre 150 y 350°C.

3. Procedimiento de fabricación de resortes de gran resistencia instalados en automóviles para suspensión según la reivindicación 1, en donde la tensión se aplica con una plantilla que está en contacto con una parte del resorte, y al menos una parte de los resortes se somete a un granallado preliminar en caliente a una temperatura que oscila entre 150 y 350°C antes del primer granallado a una temperatura de calentamiento que oscila entre 150 y 350°C.

4. Resorte de gran resistencia instalado en automóviles para suspensión, obteniéndose el resorte de gran resistencia realizando un primer granallado en el acero de resortes que tiene una dureza de 550HV o más aplicando al mismo tiempo tensión sobre el resorte a una temperatura de calentamiento que oscila entre 150 y 350°C,

caracterizado porque la tensión es de 75 kgf/mm² (735 MPa) o más, con lo cual el resorte de gran resistencia tiene un número de ciclos hasta la rotura comprendidos entre 704.200 y un millón o más en una prueba de durabilidad en la que se aplican al resorte 75 kgf/mm² (735 MPa) de tensión y una tensión alterna de ± 45 kgf/mm² (441 MPa).

5. Resorte de suspensión de gran resistencia instalado en automóviles para suspensión según la reivindicación 4, en donde se realiza un segundo granallado en el acero de resortes usando granalla con un diámetro menor que el de la granalla del primer granallado y aplicando al mismo tiempo una tensión de 75 kgf/mm² (735 MPa) o más sobre los resortes a una temperatura de calentamiento de entre 150 y 350°C.

6. Resorte de suspensión de gran resistencia instalado en automóviles para suspensión según la reivindicación 5, en donde se aplica tensión con una plantilla que está en contacto con una parte del resorte, al menos una parte del resorte se somete a un granallado preliminar en caliente a una temperatura que oscila entre 150 y 350°C antes del granallado a una temperatura de calentamiento que oscila entre 150 y 350°C.

Fig. 1

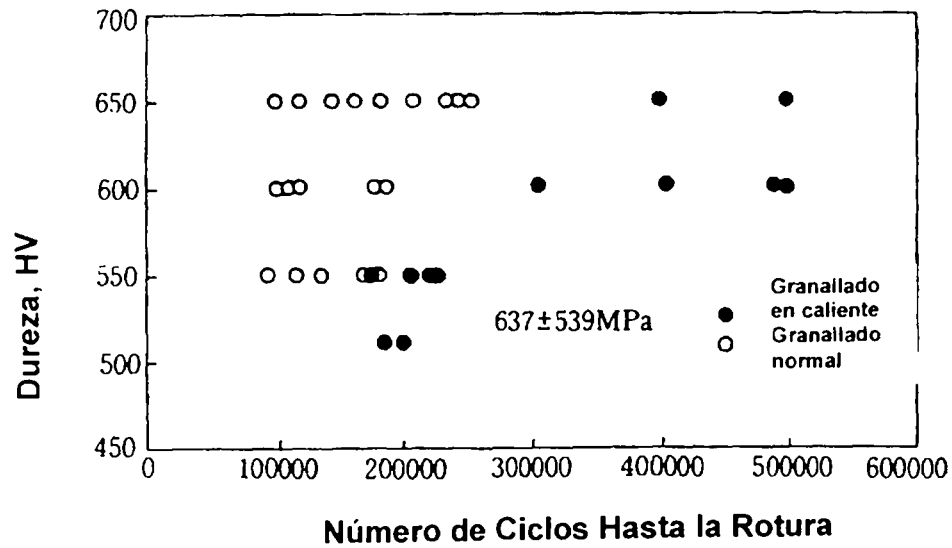


Fig. 2

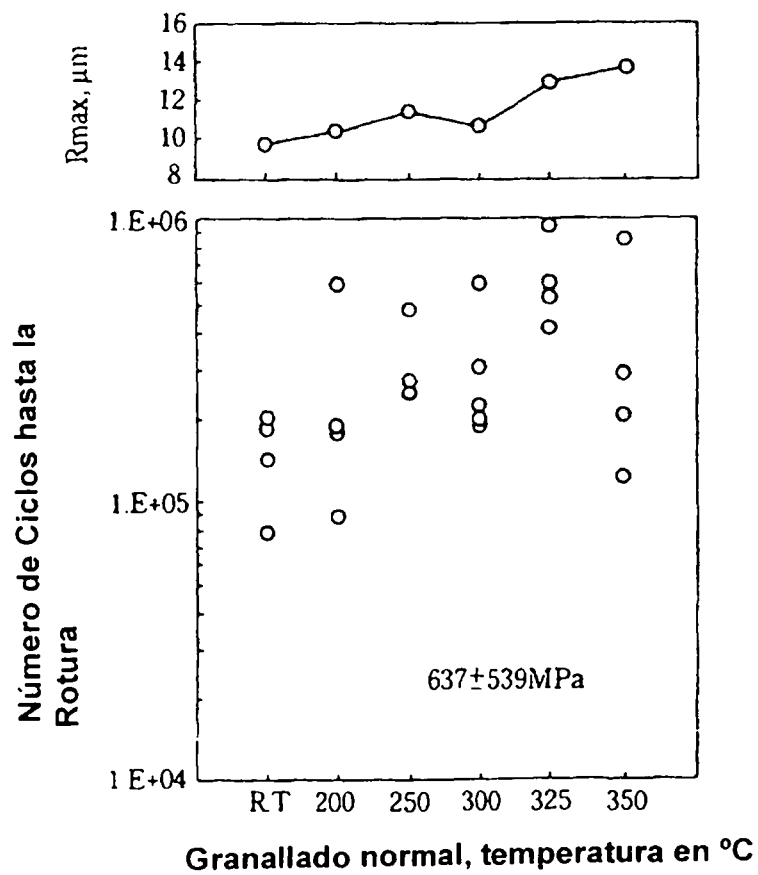


Fig. 3

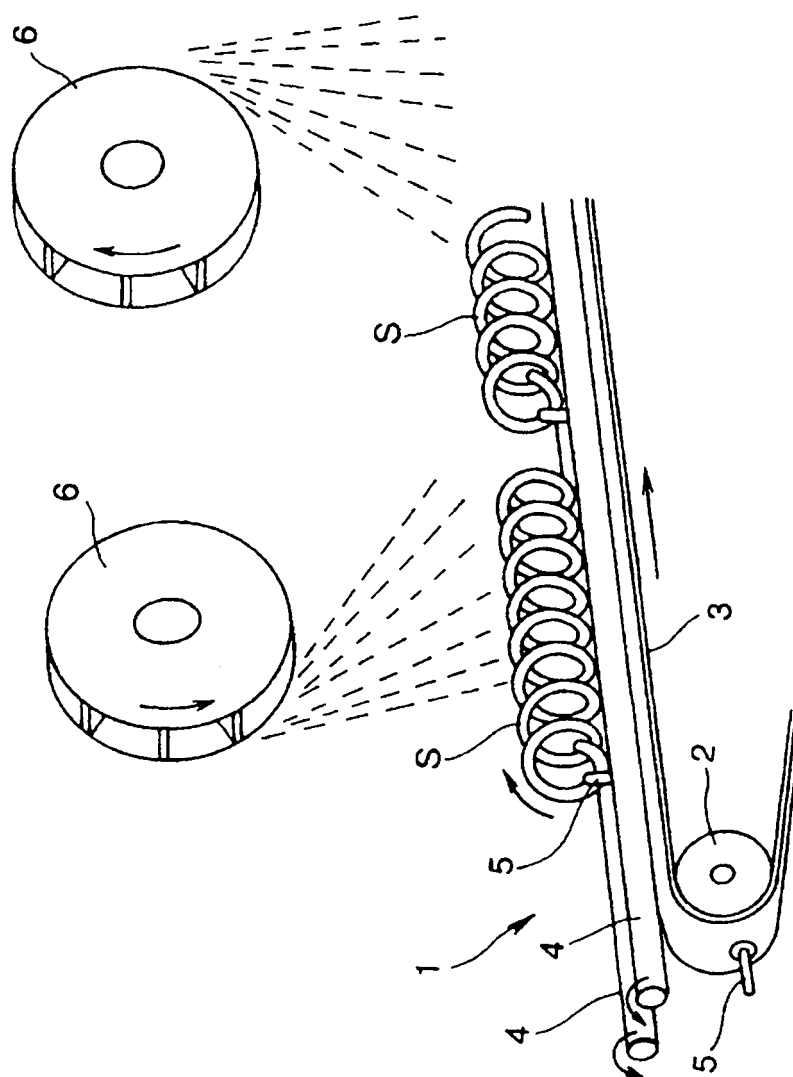


Fig. 4A

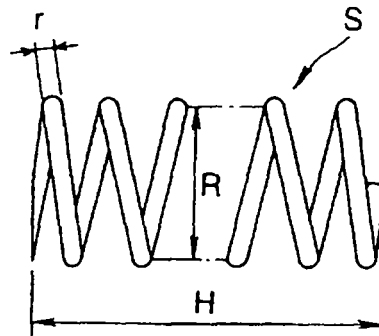


Fig. 4B

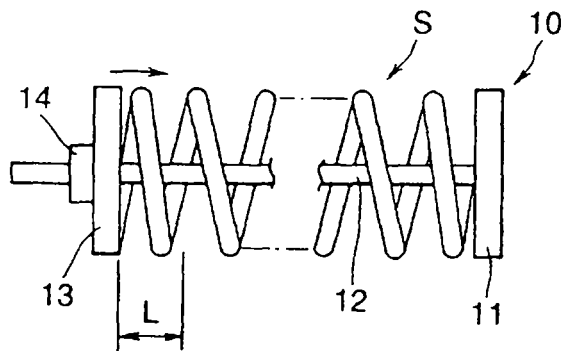


Fig. 5

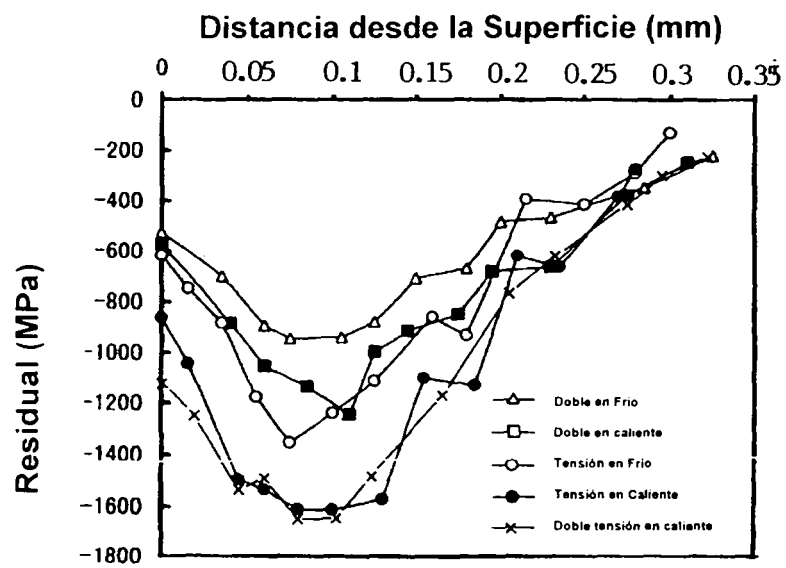


Fig. 6

