

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 379**

51 Int. Cl.:

B24C 1/10 (2006.01)

F16F 1/02 (2006.01)

F16F 1/06 (2006.01)

B21F 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2010 PCT/JP2010/054689**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2010 WO10146907**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2010 E 10789284 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 2444200**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un resorte helicoidal**

30 Prioridad:

17.06.2009 JP 2009144461

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

10.03.2020

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;
OKADA, HIDEKI;
UESUGI, MOTOI y
HISANO, YOSUKE**

74 Agente/Representante:

GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 747 379 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

Procedimiento de fabricación de un resorte helicoidal

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación para un resorte helicoidal usado en, por ejemplo, un mecanismo de suspensión de un vehículo, y más específicamente, en condiciones de granallado.

10 Técnica antecedente

Se sabe convencionalmente que la resistencia a la fatiga de un resorte helicoidal puede mejorarse aplicando una tensión residual por compresión en la proximidad de la superficie del resorte mediante granallado. El granallado de etapas múltiples se describe en el documento Jpn. Pat. Appln. Publicación KOKAI N.º 2000-345238 o en el documento Jpn. Pat. Appln. Publicación KOKAI N.º 2008-106365. En el granallado de etapas múltiples, se realizan una pluralidad de ciclos de granallado por separado. Además, también se conocen el granallado por tensión y el granallado en caliente (granallado con calor) como medios para producir una tensión residual por compresión en una región que va desde la superficie del resorte hasta una región profunda. En el granallado por tensión, el resorte helicoidal se comprime a medida que se proyecta una granalla. En el granallado en caliente, el resorte helicoidal se calienta a una temperatura de aproximadamente 250 °C a medida que se proyecta una granalla.

Un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce, por ejemplo, a partir del documento JP2005/003074 A.

25 Documento de la técnica anterior

Documentos de patente

30 Documento de patente 1: Jpn. Pat. Appln. Publicación KOKAI N.º 2000-345238
Documento de patente 2: Jpn. Pat. Appln. Publicación KOKAI N.º 2008-106365

Divulgación de la invención**Problemas a resolver por la invención**

35 El granallado por tensión requiere un equipo para comprimir el resorte helicoidal. Ya que el resorte helicoidal se comprime a medida que se proyecta la granalla, además, los intervalos entre las vueltas del alambre de resorte se acortan. En consecuencia, existe el problema de que las granallas no pueden aplicarse fácilmente en el interior del resorte helicoidal o entre las vueltas del alambre de resorte. En el granallado en caliente, no puede obtenerse una
40 distribución de tensión residual deseada a menos que la temperatura se mantenga adecuadamente, por lo que el control de la temperatura es difícil.

45 Posiblemente, por otro lado, la resistencia a la fatiga del resorte helicoidal puede mejorarse agregando un componente de aleación específico al acero del resorte. Sin embargo, el acero del resorte que contiene un componente de aleación específico es costoso y provoca un aumento en el coste del resorte helicoidal.

Por consiguiente, el objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de fabricación para un resorte helicoidal, en el que la resistencia a la fatiga puede mejorarse aún más mediante el granallado de dos etapas.

50 Medios para resolver el problema

Un procedimiento de fabricación de un resorte helicoidal de la presente invención se define en la reivindicación 1.

Efectos de la invención

55 De acuerdo con la presente invención, puede obtenerse una distribución de tensión residual por compresión más efectiva para la mejora de la resistencia a la fatiga del resorte helicoidal mediante el primer proceso de granallado con alta energía cinética, producida por el impacto de alta velocidad de la primera granalla, y el segundo proceso de granallado con baja energía cinética, producido por el impacto de baja velocidad de la segunda granalla. Además, en
60 el segundo proceso de granallado, la velocidad de rotación de un impulsor puede ser menor que en el primer proceso de granallado, de tal manera que puede reducirse ruido, vibración y consumo de energía.

Breve descripción de los dibujos

65 La figura 1 es una vista lateral de una parte de un automóvil que comprende un resorte helicoidal de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva del resorte helicoidal mostrado en la figura 1;

la figura 3 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un proceso de fabricación para el resorte helicoidal mostrado en la figura 2;

5 la figura 4 es un diagrama de flujo que muestra otro ejemplo del proceso de fabricación del resorte helicoidal mostrado en la figura 2;

la figura 5 es una gráfica que muestra una distribución de tensión residual por compresión del Ejemplo 1 de acuerdo con la presente invención; y

10 la figura 6 es una gráfica que muestra unas distribuciones de tensión residual por compresión del Ejemplo 2 de acuerdo con la presente invención y el Ejemplo comparativo.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

Un resorte helicoidal de acuerdo con una realización de la presente invención y un procedimiento de fabricación para el mismo se describirán ahora haciendo referencia a los dibujos.

15 Un mecanismo de suspensión 11 de un vehículo 10 mostrado en la figura 1 comprende un resorte helicoidal 12 y un amortiguador 13. En el resorte helicoidal 12 mostrado en la figura 2, se forma en helicoidal un alambre de resorte 20. Este resorte helicoidal 12 se comprime a lo largo de un eje X, ya que soporta elásticamente la carga del vehículo 10.

20 Un ejemplo del resorte helicoidal 12 es un resorte helicoidal cilíndrico. Un ejemplo del diámetro de alambre d (mostrado en la figura 2) del alambre de resorte 20 es 12,5 mm. Un diámetro de espiral medio D, la longitud libre (longitud sin carga), el número de vueltas activas y la constante del resorte son respectivamente 110,0 mm, 382 mm, 5,39 y 33,3 N/mm. Si bien el diámetro de alambre predominante del resorte helicoidal 12 varía de 8 a 21 mm, puede reemplazarse con otros diámetros. Además, el resorte helicoidal puede ser de varias formas, tal como un resorte helicoidal cilíndrico, un resorte helicoidal de reloj de arena, un resorte helicoidal ahusado, un resorte helicoidal de paso irregular, un resorte helicoidal de control del eje de carga y similares.

[Ejemplo 1]

30 El acero que forma el alambre de resorte 20 es acero de resorte altamente resistente a la corrosión (denominado como acero de resorte S por conveniencia en esta descripción). El acero de resorte S es un tipo de acero mejorado en resistencia a la corrosión, y su composición química (% en masa) es 0,41 carbono, 1,73 silicio, 0,17 manganeso, 0,53 níquel, 1,05 cromo, 0,163 vanadio, 0,056 titanio, 0,21 cobre y hierro para el resto.

35 La figura 3 muestra los procesos de fabricación para un resorte helicoidal formado en caliente. En un proceso de calentamiento S1, un alambre de resorte para usar como material del resorte helicoidal se calienta a la temperatura de austenización (desde punto de transformación A₃ a 1150 °C). El alambre de resorte calentado se dobla en helicoidal en un proceso de doblado (proceso de enrollado) S2. Posteriormente, se realiza un tratamiento térmico, que incluye un proceso de enfriamiento S3, un proceso de temple S4, etc.

40 El alambre de resorte se refina térmicamente mediante el tratamiento térmico, de tal manera que su dureza varía de 50 a 56 HRC. Por ejemplo, un resorte helicoidal con una tensión de diseño máxima de 1300 MPa se refina térmicamente para que su dureza sea de 54,5 HRC. Un resorte helicoidal con una tensión de diseño máxima de 1200 MPa se refina térmicamente de tal manera que su dureza sea de 53,5 HRC. En un proceso de ajuste en caliente S5, se aplica una carga axial al resorte helicoidal durante un tiempo predeterminado. El proceso de ajuste en caliente S5 se realiza como un trabajo en caliente usando calor residual después del tratamiento térmico.

50 Posteriormente, se realiza un primer proceso de granallado S6. Se usa una primera granalla (alambre de hierro cortado) con un tamaño de granalla (tamaño de partícula) de 1,0 mm en el primer proceso de granallado S6. Esta primera granalla se proyecta sobre el alambre de resorte a una temperatura de tratamiento de 230 °C y a una velocidad de 76,7 m/s (velocidad de impulsor de 2300 rpm) y con una energía cinética de $12,11 \times 10^{-3}$ J.

55 La velocidad de proyectil de la granalla es un valor obtenido multiplicando una velocidad periférica, que depende del diámetro y la velocidad de rotación de un impulsor de un dispositivo de granallado, por 1,3. Si el diámetro del impulsor y la velocidad de impulsor son, por ejemplo, 490 mm y 2300 rpm, respectivamente, la velocidad de proyectil es $1,3 \times 0,49 \times 3,14 \times 2300/60 = 76,7$ m/s.

60 En el primer proceso de granallado S6, se hace que la primera granalla impacte en el alambre de resorte a una primera velocidad de proyectil. Por lo tanto, la primera granalla que tiene alta energía cinética produce una tensión residual por compresión en una región que va desde la superficie del alambre de resorte hasta una posición profunda en la dirección de profundidad. La rugosidad de superficie del alambre de resorte en el primer proceso de granallado S6 debería ser preferiblemente de 75 µm o menos.

65 Después de realizar el primer proceso de granallado S6, se realiza un segundo proceso de granallado S7. Se utiliza una segunda granalla más pequeña que la primera granalla en el segundo proceso de granallado S7. El tamaño de la granalla (tamaño de partícula) de la segunda granalla es de 0,67 mm. Esta segunda granalla se proyecta sobre el

alambre de resorte a una temperatura de tratamiento de 200 °C y a una velocidad de 46 m/s (velocidad de impulsor de 1380 rpm) y con una energía cinética de $1,31 \times 10^{-3}$ J.

5 Por lo tanto, en el Ejemplo 1, la energía cinética de la segunda granalla usada en el segundo proceso de granallado S7 se fabrica más pequeña que la de la primera granalla usada en el primer proceso de granallado S6. Además, la velocidad de proyectil de la segunda granalla es menor (más lenta) que la de la primera granalla.

10 Como un medio para hacer que la velocidad de proyectil de la segunda granalla sea menor que la de la primera granalla, puede realizarse un control de inversor, por ejemplo, para cambiar la velocidad de un motor para hacer rotar un impulsor. Como alternativa, puede cambiarse la relación de engranaje de un mecanismo de engranaje de reducción dispuesto entre el motor y el impulsor.

15 La Tabla 1 muestra datos basados en la comparación entre las energías cinéticas de las granallas en condiciones de granallado. Si el tamaño de la granalla es grande, la energía cinética aumenta sin cambiar la velocidad de proyectil. La energía cinética de una granalla grande con un tamaño de granalla de, por ejemplo, 1 mm es aproximadamente 1,5 veces mayor que la de una granalla de 0,87 mm. La energía cinética de una granalla grande con un tamaño de granalla de 1,1 mm es aproximadamente el doble que la de la granalla de 0,87 mm. Por el contrario, la energía cinética de una granalla pequeña con un tamaño de granalla de 0,67 mm es la mitad que la de la granalla de 0,87 mm si la velocidad de proyectil es fija. La energía cinética de una granalla con un tamaño de granalla de 0,4 mm es más pequeña que la de la granalla de 0,67 mm, incluso si casi se duplica la velocidad de proyectil.

[Tabla 1]

Tamaño de granalla (mm)	Velocidad de impulsor (rpm)	Velocidad de proyectil (m/s)	Energía cinética (J)	Relación de energía
1,10	2300	76,7	0,01612	2,02
1,00	2300	76,7	0,01211	1,52
0,87	2300	76,7	0,00797	1,00
0,67	2300	76,7	0,00364	0,46
0,67	1380	46,0	0,00131	0,16
0,40	2600	86,7	0,00099	0,12

25 Las temperaturas de tratamiento para el primer proceso de granallado S6 y el segundo proceso de granallado S7 varían adecuadamente desde 150 a 350 °C. Por lo tanto, el granallado en caliente (granallado en caliente) se realiza usando calor residual después del tratamiento térmico. Además, el segundo proceso de granallado S7 se realiza a una temperatura de tratamiento inferior a la del primer proceso de granallado S6.

30 De acuerdo con los procesos de granallado S6 y S7 del Ejemplo 1, a diferencia del granulado por tensión convencional, puede producirse una alta tensión residual por compresión en una región que va desde la superficie hasta una posición profunda sin comprimir el resorte helicoidal. Por lo tanto, no es necesario proporcionar equipos para comprimir el resorte helicoidal, tal como el requerido por el granallado por tensión. Ya que los intervalos entre las vueltas del alambre de resorte no se acortan, a diferencia del caso del granallado por tensión, además, las granallas pueden aplicarse suficientemente en el interior del resorte helicoidal o entre las vueltas del alambre de resorte.

35 Después de que se realicen los procesos de granallado S6 y S7 en las dos etapas, se realizan un proceso de preajuste S8 y un proceso de pintura S9. Posteriormente, se realiza un proceso de inspección S10 para inspeccionar el resorte helicoidal en cuanto a apariencia, propiedades, etc. El proceso de preajuste S8 puede omitirse.

40 La figura 4 muestra los procesos de fabricación para el caso donde el resorte helicoidal se enrolla en frío. Como se muestra en la figura 4, el alambre de resorte a enrollar se somete previamente a un tratamiento térmico, que incluye un proceso de enfriamiento S11, un proceso de templado S12, etc. Este alambre de resorte se forma en frío en helicoidal en un proceso de doblado (proceso de enrollado) S13. En un proceso de recocido de alivio de tensión S14, a continuación, el resorte helicoidal se deja como está en una atmósfera a una temperatura predeterminada durante un tiempo predeterminado, por lo que se elimina el esfuerzo de procesamiento producido durante la formación.

50 Como en el caso del resorte helicoidal formado en caliente de la figura 3, esta espiral en helicoidal comprende un proceso de ajuste en caliente S5, un primer proceso de granallado S6, un segundo proceso de granallado S7, un proceso de preajuste S8, un proceso de pintura S9 y un proceso de inspección S10. El resorte helicoidal puede enrollarse en caliente. Además, el proceso de preajuste S8 puede omitirse.

55 La figura 5 muestra una distribución de tensión residual por compresión del resorte helicoidal del Ejemplo 1. La abscisa de la figura 5 representa la posición en la dirección de profundidad desde la superficie del alambre de resorte. Mientras que la ordenada de la figura 5 representa el valor de tensión residual, el valor de tensión residual por compresión se expresa como negativo de acuerdo con la costumbre en la técnica. Por ejemplo, -400 MPa o más significa que el valor absoluto es 400 MPa o más. Mientras que un valor de tensión residual a la tracción se expresa

como positivo, no se muestra en la figura 5.

5 Como se muestra en la figura 5, la tensión residual por compresión del resorte helicoidal del Ejemplo 1 comprende una parte de aumento de tensión residual T1, una parte de alta tensión T2, un pico de tensión residual T3 y una parte de reducción de tensión residual T4. En la parte de aumento de tensión residual T1, la tensión residual por compresión aumenta en la dirección de profundidad desde la superficie del alambre de resorte hacia el interior del alambre de resorte. En la parte de alta tensión T2, la tensión residual por compresión se mantiene a un alto nivel. En el pico de tensión residual, parte T3, la tensión residual por compresión es máxima. En la parte de reducción de tensión residual T4, la tensión residual por compresión se reduce en la dirección de profundidad del alambre de resorte desde la parte de pico de tensión residual T3.

15 En el Ejemplo 1, como se ha descrito anteriormente, se realiza el granallado de dos etapas (doble granallado en caliente) basándose en el primer proceso de granallado S6 y en el segundo proceso de granallado S7. Específicamente, en el primer proceso de granallado S6 de la primera etapa, se produce la tensión residual por compresión en una región que va desde la superficie hasta una posición profunda por la alta energía cinética de la primera granalla de alta velocidad.

20 En el segundo proceso de granallado S7 de la segunda etapa, la baja energía cinética de la segunda granalla de baja velocidad aumenta la tensión residual por compresión más cerca de la superficie que la parte de pico de tensión residual por compresión T3, como indica la flecha h en la figura 5. Por lo tanto, puede obtenerse una distribución de tensión residual de tal manera que la tensión residual por compresión se mantenga en un alto nivel en toda una región desde la proximidad de la superficie hasta una posición profunda.

25 Como se ha descrito anteriormente, la primera granalla con alta energía cinética se usa en el primer proceso de granallado S6, y la segunda granalla con poca energía cinética se usa en el segundo proceso de granallado S7. Además, la velocidad de proyectil de la segunda granalla es menor que la de la primera granalla. Por lo tanto, la rugosidad de la superficie del alambre de resorte que se incrementa por el primer proceso de granallado S6 puede reducirse con el segundo proceso de granallado S7, de tal manera que puede mejorarse el estado de la superficie del alambre de resorte.

30

[Ejemplo 2]

35 El tipo de acero de un alambre de resorte es SUP7 conforme a los estándares industriales japoneses (JIS). La composición química (% en masa) de SUP7 es de 0,56 a 0,64 de carbono, 1,80 a 2,20 de silicio, de 0,70 a 1,00 de manganeso, 0,035 o menos de fósforo, 0,035 o menos de azufre y hierro para el resto. Los procesos de fabricación del Ejemplo 2 se comparten con el Ejemplo 1, excepto por las condiciones de granallado. El granallado de dos etapas (doble granallado en caliente) basado en un primer proceso de granallado y un segundo proceso de granallado también se realiza en el Ejemplo 2.

40 En el primer proceso de granallado en el Ejemplo 2, se hizo que una primera granalla con un tamaño de granalla de 0,87 mm impactara en el alambre de resorte a una primera velocidad de proyectil de 76,7 m/s (velocidad de impulsor de 2300 rpm). La temperatura de tratamiento es de 230 °C. A continuación, en el segundo proceso de granallado se hizo que una segunda granalla con un tamaño de granalla de 0,67 mm impactara en el alambre de resorte a una segunda velocidad de proyectil de 46 m/s (velocidad de impulsor de 1380 rpm). La temperatura de tratamiento es de 200 °C. Por lo tanto, en el Ejemplo 2, como en el Ejemplo 1, la velocidad de proyectil y la energía cinética de la segunda granalla se hicieron menores que las de la primera granalla.

50 En la figura 6, la línea completa A representa una distribución de tensión residual por compresión del resorte helicoidal del Ejemplo 2. El resorte helicoidal del Ejemplo 2, como el del Ejemplo 1, también comprende una parte de aumento de tensión residual T1, una parte de alta tensión T2, un pico de tensión residual T3 y una parte de reducción de tensión residual T4. En la parte de aumento de tensión residual T1, la tensión residual por compresión aumenta en la dirección de profundidad desde la superficie del alambre de resorte. En la parte de alta tensión T2, la tensión residual por compresión se mantiene a un alto nivel. En el pico de tensión residual, parte T3, la tensión residual por compresión es máxima. En la parte de reducción de tensión residual T4, la tensión residual por compresión se reduce en la dirección de profundidad del alambre de resorte desde la parte de pico de tensión residual T3.

60 En el Ejemplo 2, como en el Ejemplo 1, la tensión residual por compresión también se produce en una región profunda del alambre de resorte por la alta energía cinética de la primera granalla en el primer proceso de granallado. Además, la tensión residual por compresión cerca de la superficie del alambre de resorte aumenta por la baja energía cinética de la segunda granalla de baja velocidad en el segundo proceso de granallado.

[Ejemplo comparativo]

65 El tipo de acero de un alambre de resorte es SUP7, el mismo material usado en el Ejemplo 1. Los procesos de fabricación se comparten con el Ejemplo 2, excepto por la velocidad de proyectil de la segunda granalla usada en el

segundo proceso de granallado. Específicamente, de acuerdo con el Ejemplo comparativo, se proyectó una primera granalla con un tamaño de granalla de 0,87 mm en el alambre de resorte a la primera velocidad de proyectil de 76,7 m/s (velocidad de impulsor de 2300 rpm) en un primer proceso de granallado. La temperatura de tratamiento es de 230 °C. A continuación, en el segundo proceso de granallado, se proyectó una segunda granalla con un tamaño de granalla de 0,67 mm en el alambre de resorte a la misma velocidad de proyectil de 76,7 m/s (velocidad de impulsor de 2300 rpm) de la primera granalla. La temperatura de tratamiento es de 200 °C. En la figura 6, la línea discontinua B representa una distribución de tensión residual por compresión del Ejemplo comparativo.

Cuando tanto el ejemplo 2 como el ejemplo comparativo se sometieron a una prueba de fatiga (735 ± 520 MPa) en la atmósfera, el Ejemplo comparativo se fracturó después de 100000 ciclos de carga, mientras que el ejemplo 2 se fracturó después de 200,000 ciclos de carga, lo que indica una duplicación aproximada de la vida de fatiga. Como la velocidad de proyectil de la segunda granalla es igual a la de la primera granalla en el Ejemplo comparativo, no pudo obtenerse una distribución de tensión residual de este tipo que proporcionase una resistencia a la fatiga (durabilidad en la atmósfera) equivalente a la del Ejemplo 2.

Si el tamaño de la segunda granalla se reduce, por ejemplo, a 0,4 mm y si se aumenta su velocidad de proyectil, por ejemplo, a 86,7 m/s (velocidad de impulsor de 2600 rpm), la energía cinética de la segunda granalla puede aproximarse a la del Ejemplo 2. Sin embargo, si la velocidad de proyectil aumenta, la velocidad de impulsor aumenta, con lo cual se producen problemas tales que aumentan el ruido o la vibración, el consumo de energía y el desgaste del dispositivo. Por lo tanto, aumentar la velocidad de proyectil no es adecuado para la producción en masa (aplicación práctica).

En los Ejemplos 1 y 2, en contraste, la tensión residual por compresión cerca de la superficie aumenta al hacer que la velocidad de proyectil de la segunda granalla sea más baja (más lenta) que la de la primera granalla. En consecuencia, puede reducirse el desgaste del dispositivo de granallado, así como el ruido o la vibración y el consumo de energía. Por lo tanto, pueden reducirse los costes de fabricación.

En el segundo proceso de granallado de cualquiera de los ejemplos 1 y 2, además, la segunda granalla es más pequeña que la usada en el primer proceso de granallado, y la segunda velocidad de proyectil es más pequeña que la primera velocidad de proyectil. Por lo tanto, la rugosidad de la superficie del alambre de resorte puede reducirse, de tal manera que puede mejorarse el estado de la superficie del alambre de resorte. Esto también es propicio para la mejora de la resistencia a la fatiga (durabilidad en la atmósfera).

La primera granalla usada en el primer proceso de primer granallado y la segunda granalla usada en el segundo proceso de granallado pueden tener el mismo tamaño. En resumen, la energía cinética de la segunda granalla solo debería hacerse más baja que la de la primera granalla haciendo que la velocidad de proyectil de la segunda granalla sea más baja (más lenta) que la de la primera granalla.

Aplicabilidad industrial

Los efectos producidos por los ejemplos descritos anteriormente tienen las mismas tendencias independientemente de los tipos de acero, y la resistencia a la fatiga puede mejorarse usando el acero de resorte que se usa convencionalmente para un resorte helicoidal de suspensión. Por lo tanto, también existe un efecto tal que puede suprimirse un aumento en el coste del material del resorte helicoidal. El resorte helicoidal de acuerdo con la presente invención puede aplicarse a los mecanismos de suspensión de diversos vehículos, incluidos los automóviles.

Explicación de los números de referencia

- 12: Resorte helicoidal
- 20: Alambre de resorte
- T3: Parte del pico de tensión residual compresiva

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación para un resorte helicoidal, que comprende un primer proceso de granallado (S6) y un segundo proceso de granallado (S7) a realizar después del primer proceso de granallado (S6),
5 **caracterizado por** comprender:
- un granallado doble en caliente basado en el primer proceso de granallado (S6) y en el segundo proceso de granallado (S7),
10 en el que el primer proceso de granallado (S6) comprende provocar que una primera granalla impacte en un alambre de resorte (20) a una primera velocidad de proyectil a una primera temperatura de tratamiento, produciendo de este modo una tensión residual por compresión de tal manera que una primera parte de pico (T3) de la tensión residual por compresión existe dentro del alambre de resorte (20),
15 el segundo proceso de granallado (S7) comprende provocar que una segunda granalla impacte en el alambre de resorte (20) a una segunda velocidad de proyectil más baja que la primera velocidad de proyectil a una segunda temperatura de tratamiento que es más baja que la primera temperatura de tratamiento y con una energía cinética más baja que la de la primera granalla, aumentando de este modo la tensión residual por compresión en una región cercana a la superficie y producir una segunda parte de pico entre la superficie y la primera parte de pico (T3), siendo la tensión residual por compresión de la segunda parte de pico más alta que la tensión residual en la superficie, en el que el tamaño de la segunda granalla es más pequeño que el de la primera granalla.
20
2. El procedimiento de fabricación para un resorte helicoidal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el primer proceso de granallado (S6) y el segundo proceso de granallado (S7) se realizan a temperaturas de tratamiento de 150 a 350 °C.
- 25 3. El procedimiento de fabricación para un resorte helicoidal de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el primer proceso de granallado (S6) y el segundo proceso de granallado (S7) se realizan usando calor residual después de un tratamiento térmico.

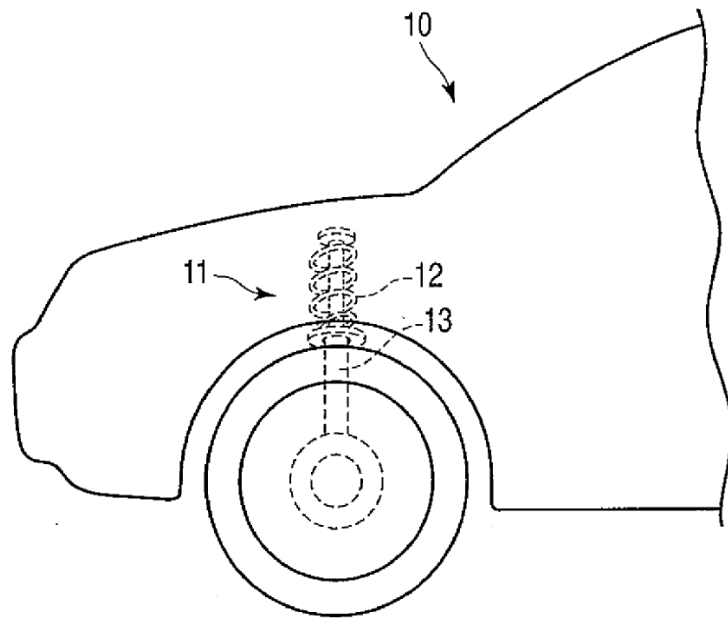


FIG. 1

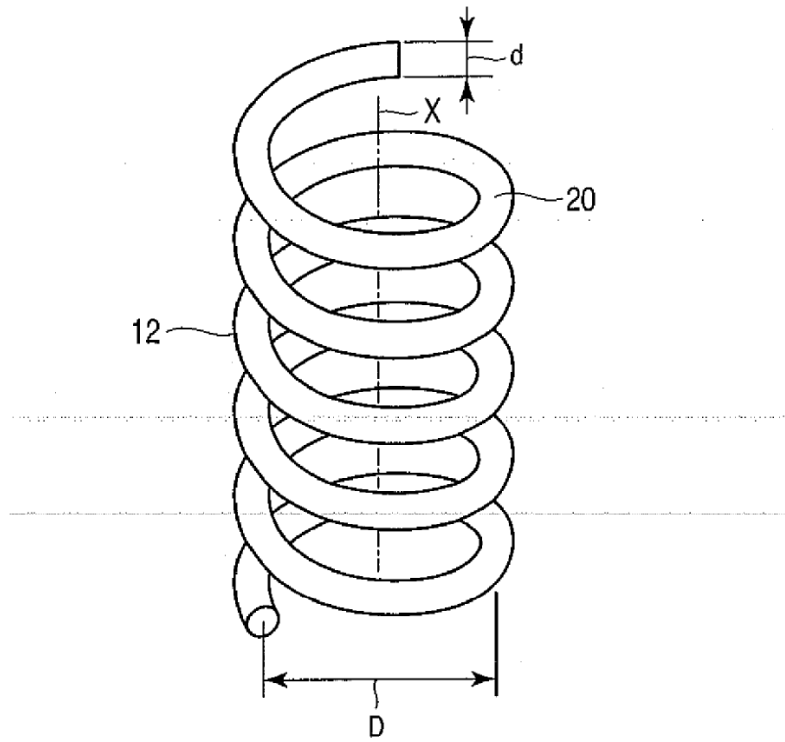


FIG. 2

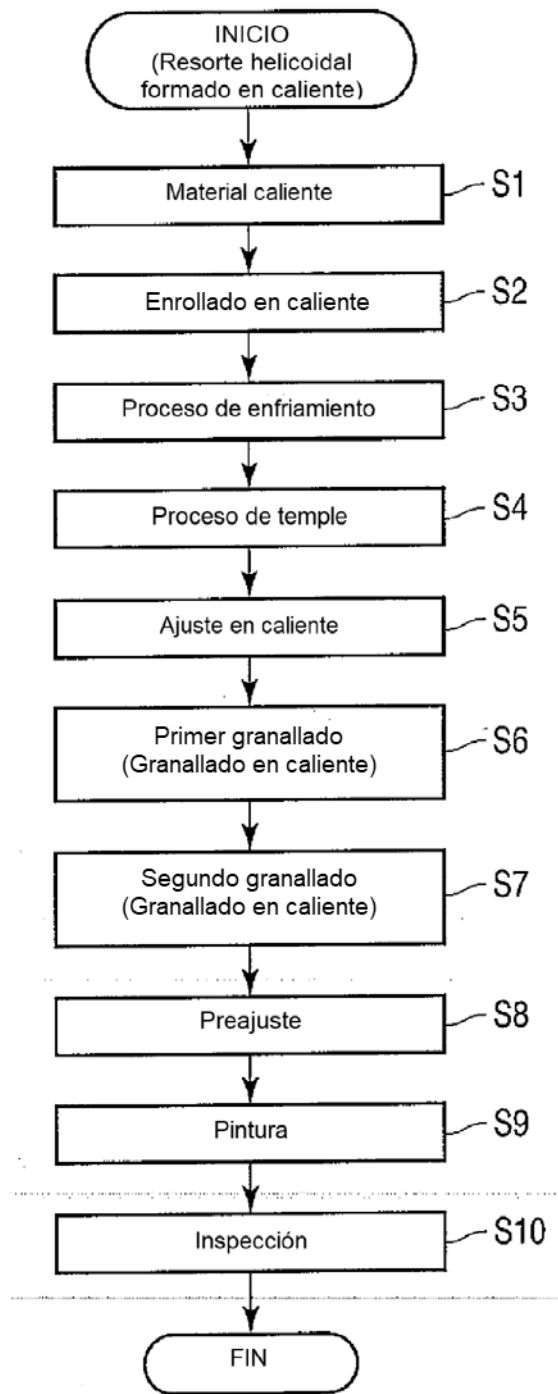


FIG. 3

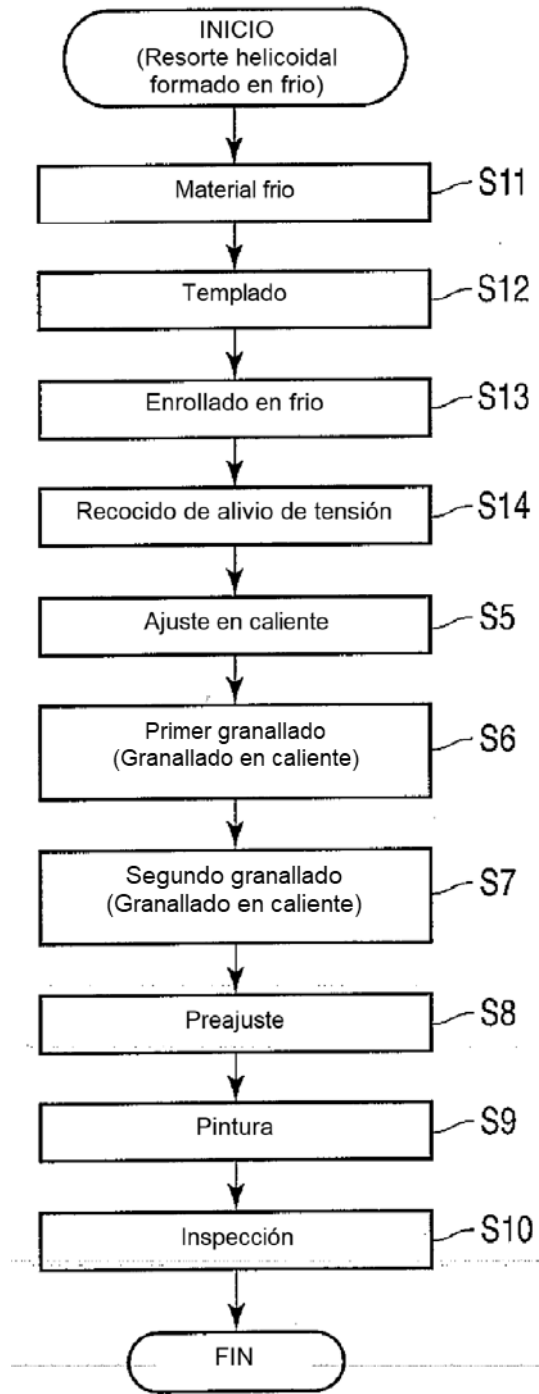


FIG. 4

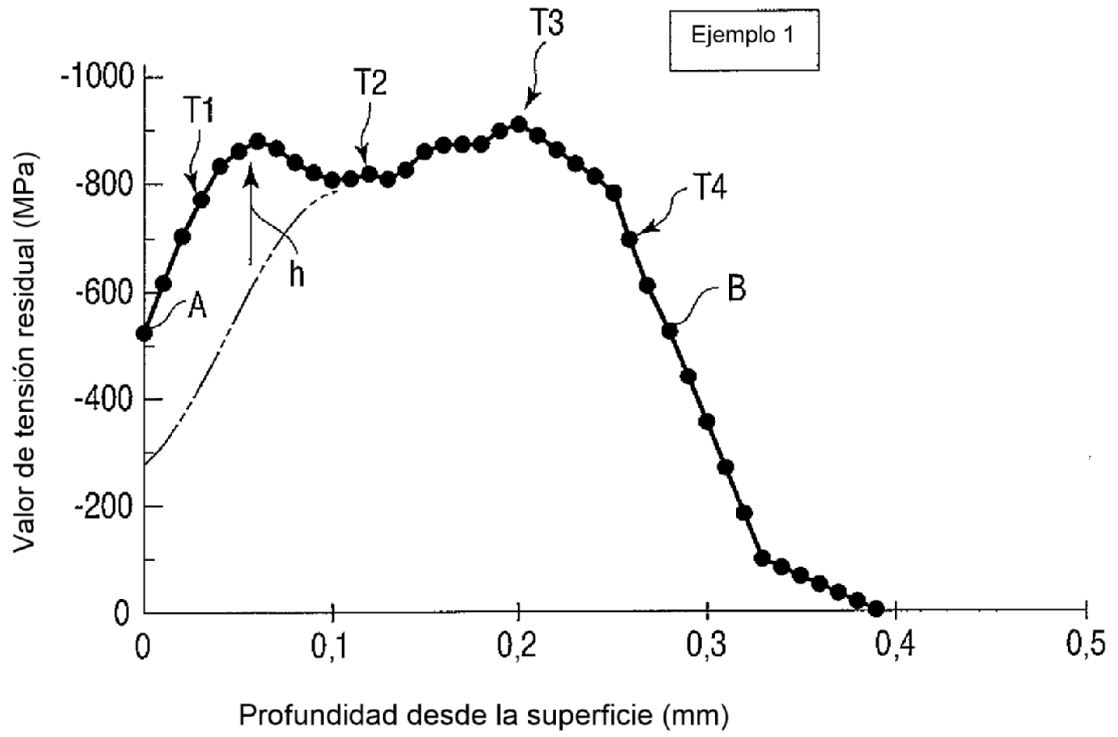


FIG. 5

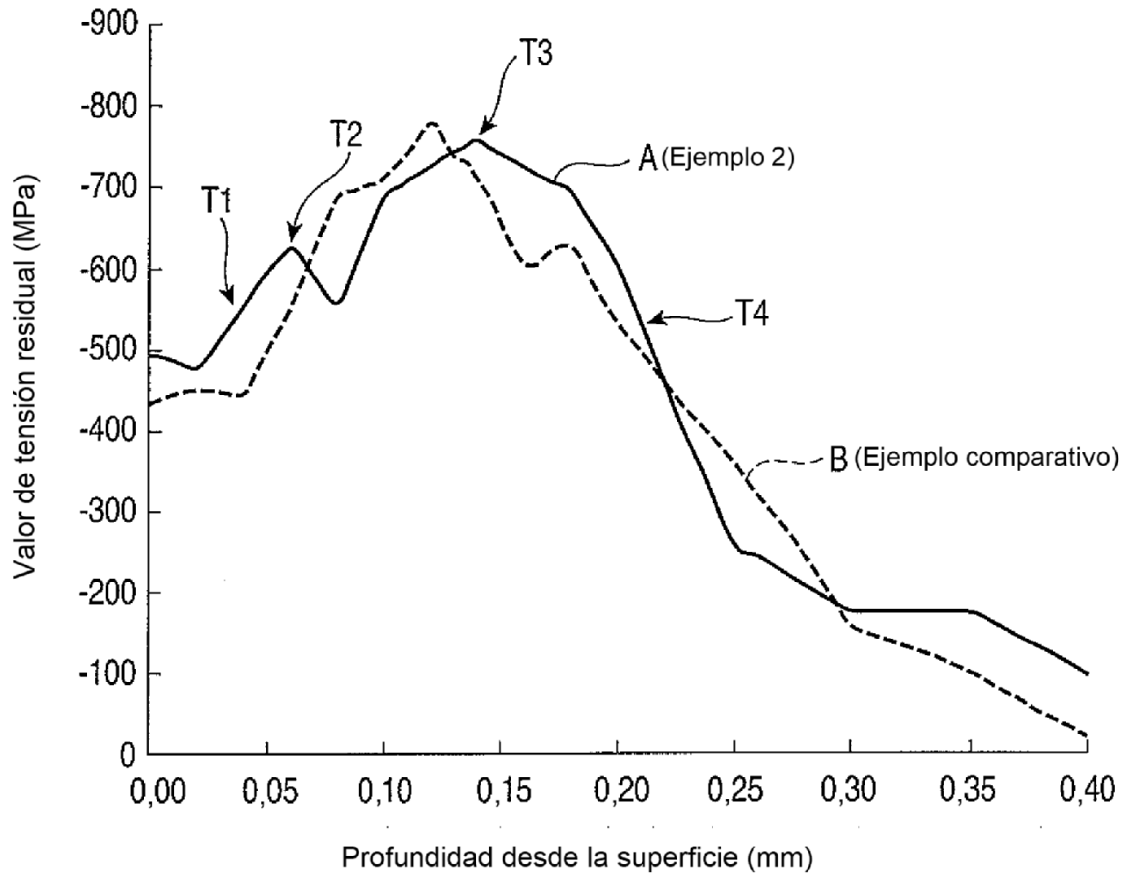


FIG. 6