

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 388**

51 Int. Cl.:

**B24C 1/10** (2006.01)

**B60G 11/02** (2006.01)

**C21D 7/06** (2006.01)

**C21D 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2002 E 02783707 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2012 EP 1459846**

54 Título: **Muelle de lámina para vehículo y método para producir el muelle de lámina**

30 Prioridad:

**26.12.2001 JP 2001395058**

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

**01.04.2013**

73 Titular/es:

**NHK SPRING CO., LTD. (100.0%)  
10, FUKUURA 3-CHOME, KANAZAWA-KU  
YOKOHAMA-SHI, KANAGAWA 236-0004 , JP**

72 Inventor/es:

**AKEDA, MAMORU;  
YANO, JUNICHI;  
OKUYAMA, ISAMU y  
TANGE, AKIRA**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

ES 2 399 388 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

Muelle de lámina para vehículo y método para producir el muelle de lámina

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

## 1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método para producir un muelle de lámina para una suspensión de vehículos tales como coches de pasajeros, camiones, autobuses, trenes y similares, con el fin de aumentar al máximo la durabilidad del mismo.

## 2. Descripción de la técnica relacionada

10 Hasta ahora, los muelles de lámina para un vehículo (en adelante denominados simplemente "muelles de lámina") se producen, después de formar un acero para muelles, mediante enfriamiento brusco, templado y realización de un chorreo con granalla a temperaturas ordinarias. En este caso, el chorreo con granalla es un proceso en el que se lanza granalla de acero a alta velocidad para que impacte sobre una superficie en la que se produce una tensión de tracción cuando el muelle de lámina está montado en un vehículo, generando así una tensión residual de compresión en la parte superficial y mejorando la durabilidad.

15 En los últimos años también se ha dado a conocer un *stress-peening* (chorreo con granalla de acero mientras la pieza está en estado de trabajo) para impartir tensión al acero para muelles, tal como proponen la Patente G. B. nº 959,801 y la Solicitud de Patente Japonesa, Primera Publicación, nº 148537/93. En este *stress-peening* se puede obtener una tensión residual de compresión grande en comparación con la obtenida con el chorreo con granalla convencional.

20 Los aceros para muelles de lámina SUP6 (acero al silicio manganeso) SUP9 o SUP9A (acero al manganeso cromo) y SUP11A (acero al manganeso cromo boro) se han utilizado de forma generalizada, y su dureza Brinell, después de un tratamiento térmico de endurecimiento y templado, es de 388 a 461 HBW (correspondiente a un diámetro de 2,85 a 3,10 mm en una marca de bola Brinell). En los últimos años se ha investigado sobre el uso del SUP10 (acero al cromo vanadio), cuya dureza Brinell es de 444 a 495 HBW (correspondiente a un diámetro de 2,75 a 2,90 mm en una marca de bola Brinell). De acuerdo con este tipo de acero, dado que su dureza es alta y que el grano puede ser fino, la durabilidad se puede mejorar adicionalmente, aunque la tensión residual de compresión es aproximadamente igual a la obtenida en el caso del *stress-peening*.

30 La Figura 8 es un diagrama de fatiga que muestra los resultados de una prueba de fatiga utilizando un muelle de lámina (1) de acero tipo SUP9 o SUP9A, SUP11A y en el que el chorreo con granalla a temperatura ordinaria se lleva a cabo después del tratamiento térmico, un muelle de lámina (2) del mismo tipo de acero que el muelle de lámina (1), en el que se lleva a cabo un *stress-peening* a temperatura ordinaria después del tratamiento térmico, y un muelle de lámina (3) de acero tipo SUP10, en el que se lleva a cabo un *stress-peening* después del tratamiento térmico. Se ha de señalar que en esta prueba de fatiga se ajustó una tensión (tensión media) de 686 MPa en el muelle de lámina, y se asignó una amplitud de tensión a la tensión. Como muestra la Figura 8, las frecuencias de fatiga observadas fueron (1) < (2) < (3). Las tensiones residuales de compresión en los muelles de lámina (2) y (3) fueron de 80 kgf/mm<sup>2</sup>.

35 Por consiguiente, en el caso de la realización del *stress-peening* utilizando SUP10 se mejora en gran medida la durabilidad. Sin embargo, existe la desventaja de que el coste de material del SUP10 es alto, ya que es más caro que el SUP6 y el SUP9.

El documento DE 1 427 382 da a conocer un proceso de producción de un muelle de lámina para un vehículo, consistiendo dicho proceso en:

- 40           sujetar un cuerpo principal de muelle hecho de un acero para muelles;
- aplicar una carga en la misma dirección en la que se va a utilizar el cuerpo principal de muelle; y
- realizar un primer chorreo con granalla en el plano en el que se aplica una tensión de tracción.

## SUMARIO DE LA INVENCION

45 Los objetivos de la presente invención consisten en proporcionar un muelle de lámina que tenga una durabilidad igual a la del SUP10 realizado mediante un *stress-peening* incluso aunque se utilicen materiales económicos como el SUP9 y el SUP11, y un procedimiento para producir dicho muelle.

El procedimiento para producir un muelle de lámina según la presente invención incluye las características de la reivindicación 1.

50 Más abajo se explican las razones de los límites de los valores numéricos arriba mencionados con la actuación según la presente invención. En las siguientes descripciones el chorreo con granalla de la presente invención también se puede denominar *stress-peening* en caliente.

Dureza del acero para muelles: 388 a 555 HBW

La Figura 1 muestra un diagrama de fatiga de la frecuencia de fatiga referente al muelle de lámina hecho del acero para muelles, cuya dureza después de enfriamiento brusco y templado se ajustó a diversos valores y en el que se realizó un *stress-peening* en caliente.

5 Este *stress-peening* en caliente se llevó a cabo manteniendo una temperatura de 250 a 300 °C, mientras se aplicaba una tensión de 1400 MPa en el plano en el que actúa la tensión de tracción del muelle de lámina.

Esta prueba de fatiga se llevó a cabo bajo las condiciones de una tensión media de 686 MPa y una amplitud de tensión de 720 MPa.

10 Como muestra la Figura 1, en el caso en el que la dureza del acero para muelles es una dureza correspondiente a un diámetro menor de 2,70 mm y no inferior a 3,10 mm en una marca de bola Brinell (HBD), se puede asegurar una frecuencia de fatiga de 100.000 veces. Sin embargo, cuando el valor de la dureza se desvía de dicho intervalo, la frecuencia de fatiga es inferior a 100.000 veces.

15 HBD se muestra como el diámetro de las marcas producidas al apretar una esfera de carburo cementado, que presenta un diámetro de 10 mm, sobre la superficie de la muestra con una carga de 3.000 kgf. Esta es la razón por la que la dureza del acero para muelles es mayor de 2,70 mm en HBD, la sensibilidad de entalladura aumentó incrementando la variabilidad de la durabilidad, y de este modo disminuyó la frecuencia de fatiga media. Además, cuando el material es duro se plantea el problema de que la dureza de la granalla del *stress-peening* es menor que la del material. A causa de ello, el procesamiento mediante la granalla se hace difícil y la formación de una capa con tensión residual de compresión, que es la más eficaz en la mejora de la resistencia a la fatiga, resulta insuficiente, y esto está también relacionado con el problema esencial de que no se logra mejorar la resistencia a la fatiga.

20 Además, la característica de fluencia a baja temperatura (resistencia de solidificación) disminuye con el valor de 3,1 mm en HBD, y por lo tanto también disminuye la frecuencia de fatiga. La Figura 2 muestra un diagrama de un resultado de la medición de esfuerzos de corte residuales, en el caso en el que se había realizado un *stress-peening* en caliente, en el cuerpo del muelle producido a partir del acero para muelles en el que la dureza después del enfriamiento brusco y templado se ajustó a diversos valores, a continuación se aplicó una tensión de 100 MPa al cuerpo del muelle durante 72 horas, y finalmente se retiró la tensión. Como muestra la Figura 2, en el caso en el que la dureza del acero para muelles es menor de 3,10 mm en HBD, el esfuerzo de corte residual aumenta rápidamente, lo que provoca una disminución de la resistencia de solidificación.

25 Temperatura de *stress-peening* en caliente: 150 a 400 °C

30 La Figura 3 muestra un diagrama de la relación entre la profundidad desde la superficie del material y la magnitud de la tensión residual de compresión, con respecto a los muelles de lámina producidos con diversos tipos de acero, cuya temperatura de mantenimiento después de enfriamiento brusco y templado se ajustó a diversos valores y en los que se realizó un *stress-peening* en caliente. Tal como muestra la Figura 3, en el caso de la realización del *stress-peening* en caliente a 150 °C, a pesar de utilizar un acero para muelles típico, tal como el SUP9, la tensión residual de compresión y la profundidad de ésta son mayores que en el caso de la realización del *stress-peening* de SUP10 a temperaturas ordinarias. Además, en el caso de la realización del *stress-peening* en caliente a 400 °C, la tensión residual de compresión aumenta rápidamente y la profundidad de la misma también se incrementa de forma drástica. En cambio, en el caso de la realización del *stress-peening* en materiales típicos a temperaturas ordinarias, la tensión residual de compresión es menor que en el caso de la realización del *stress-peening* en SUP10 a temperaturas ordinarias, y en el caso de la realización del chorreo con granalla en materiales típicos a temperaturas ordinarias, la tensión residual de compresión disminuye aún más. Por consiguiente, es evidente que se puede lograr un aumento de la frecuencia de fatiga, incluso si el material es económico, si se lleva a cabo el *stress-peening* manteniendo el material a una temperatura de 150 a 400 °C.

45 Cuando la temperatura de mantenimiento en el *stress-peening* superaba los 400 °C, la proporción de mecanizado por el *stress-peening* era grande, lo que provocó un aumento de la rugosidad superficial y, como resultado de ello, la sensibilidad de entalladura aumentó, incrementando la frecuencia de fatiga. Además, cuando la temperatura de mantenimiento en el *stress-peening* superaba los 400 °C, una liberación notable de la tensión residual de compresión también se convirtió en una causa de una disminución de la durabilidad. Es deseable que la temperatura de mantenimiento en el chorreo con granalla sea de 150 a 350 °C, preferentemente de 250 a 325 °C.

50 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un gráfico que muestra la relación entre la dureza y la frecuencia de rotura para explicar el efecto de la presente invención.

La Figura 2 es un gráfico que muestra la relación entre la dureza y el esfuerzo de corte residual, para explicar el efecto de la presente invención.

La Figura 3 es un gráfico que muestra la relación ente la distancia desde la superficie y la tensión residual de compresión, para explicar el efecto de la presente invención.

La Figura 4A es una vista lateral de un muelle de lámina según una realización de la presente invención, y la Figura 4B es una vista del mismo desde abajo.

5 La Figura 5 es un diagrama que muestra un procedimiento de producción del muelle de lámina según una realización de la presente invención.

La Figura 6 es un diagrama de fatiga del ejemplo práctico de la presente invención.

La Figura 7 es otro diagrama de fatiga del ejemplo práctico de la presente invención.

La Figura 8 es un diagrama de fatiga del muelle de lámina convencional.

10 DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

A continuación se describe una realización de la presente invención.

15 Es deseable que entre 1200 y 1900 MPa de la tensión de tracción se aplique sobre la superficie mediante la carga aplicada al cuerpo principal del muelle, de manera que se realice de forma más efectiva según la presente invención el *stress-peening* en caliente. De acuerdo con la investigación de los inventores, cuando el valor de la tensión de tracción es menor de 1200 MPa, la tensión residual de compresión es inadecuada. Cuando el valor de la tensión de tracción es mayor de 1900 MPa, especialmente cuando el acero es de tipo SUP11A, se puede producir una rotura en el orificio formado en el *stress-peening*, en el centro del muelle de lámina.

20 Además, resulta adecuado llevar a cabo el segundo chorreo con granalla en el plano en el que actúa la tensión de tracción, después del primer chorreo con granalla, utilizando granalla con un tamaño de partícula medio menor que el tamaño de partícula medio de la granalla utilizada en el primer chorreo con granalla, y aplicando la carga en una dirección que sea igual a la dirección utilizada para el cuerpo principal de muelle. Por consiguiente, es posible impartir una deformación plástica de la mayor parte de la superficie del cuerpo principal del muelle utilizando granalla de pequeño diámetro, y la durabilidad se mejora adicionalmente aumentando la tensión residual de compresión de la pieza. Más específicamente, es preferible que el tamaño medio de partícula de la granalla utilizada en el primer chorreo con granalla sea de 0,8 a 1,2 mm, y que el tamaño de partícula de la granalla utilizada en el segundo chorreo con granalla sea de 0,2 a 0,6 mm.

25 De acuerdo con la técnica de producción del muelle de lámina tal como se indica más arriba, aunque el muelle de lámina esté hecho de materiales económicos tales como el SUP9, se puede obtener una durabilidad no inferior a la lograda en el caso de la realización del *stress-peening* en SUP10. Por ello, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un muelle de lámina producido mediante la técnica de producción arriba indicada, en la que la tensión residual de compresión se distribuye dentro del intervalo de profundidad de 0,4 a 0,6 mm desde la superficie en el plano en el que actúa la tensión de tracción, y en la que el valor máximo de la tensión residual de compresión es de 800 a 1800 N/mm<sup>2</sup>.

30 Algunos aceros para muelles que pueden ser utilizados de forma adecuada en esta invención son el SUP9 y el SUP11, etc., y preferentemente consisten en aceros que tienen las composiciones mostradas en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

	C	Si	Mn	P	S	Cr	B	Fe
SUP9	0,56 ~ 0,6	0,15 ~ 0,35	0,8 ~ 1,00	no más de 0,03	no más de 0,03	0,8 ~ 1,00	-	residuo
SUP11	0,56 ~ 0,64	0,15 ~ 0,35	0,8 ~ 1,00	no más de 0,03	no más de 0,03	0,8 ~ 1,00	0,0005 ~ 0,005	residuo

35 La Figura 4 es un diagrama que muestra un muelle de lámina según una realización de la presente invención. Este muelle de lámina está provisto de partes de sujeción 2, que están formadas enrollando las dos extremidades del cuerpo principal de muelle 1 desde una parte central hacia ambos lados, cuyo espesor disminuye gradualmente. Además, la parte central del cuerpo principal de muelle 1 presenta un orificio 3, en el que se fija una pieza tal como un soporte. Este muelle de lámina se configura en forma curvada, tal como muestra la línea discontinua en la figura, y durante su uso se aplica en la dirección de la flecha la carga mostrada con W en la figura.

40 La Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para producir el muelle de lámina arriba mencionado. En primer lugar se examinó la materia prima. El material se cortó en placas de dimensiones fijas y en el centro de cada

placa se practicó un orificio 3 por mecanizado. A continuación se llevó a cabo el procesamiento de las bandas, de modo que ambas extremidades formaron gradualmente una pared estrecha mediante el calentamiento de la placa. Después, las partes que van a ser enrolladas en ambas extremidades de la placa, se mecanizaron para que la anchura de estas partes disminuyera gradualmente, y se formaron así las partes de sujeción 2 enrollando los dos extremos después del calentamiento. Los artículos de muelles de lámina semiprocesados formados de este modo se configuraron con una forma curvada después del calentamiento y se endurecieron disponiéndolos en un tanque de endurecimiento. Después se templaron los artículos semiprocesados y se llevó a cabo un *stress-peening* de los mismos en un equipo de *stress-peening* en caliente, mantenido a una temperatura de 150 a 400 °C. En ese momento se aplicó a los artículos semiprocesados una carga en la dirección de la flecha mostrada en la Figura 4 mediante un útil adecuado y se lanzó granalla para que impactara sobre los artículos semiprocesados desde una dirección del lado opuesto de la flecha.

A continuación, después de que los artículos semiprocesados se enfriaran de forma natural, se pintaron y se montaron en los mismos un soporte, etc. combinándose después artículos semiprocesados de varias piezas de acuerdo con las especificaciones. Luego se aplicó el empuje con una carga superior al límite de elasticidad en la dirección de carga durante el uso para el cuerpo de montaje del muelle de lámina, y este cuerpo de montaje se transformó en el producto acabado del muelle de lámina pintándolo y sometiéndolo a inspección.

Aunque en el procedimiento de fabricación arriba descrito se utilizó un equipo de *stress-peening* en caliente, que se mantuvo a una temperatura elevada, también se puede utilizar un equipo de *stress-peening* a temperatura ordinaria. Es decir, tal como se muestra mediante una línea mixta de dos puntos en la Figura 5, también es posible disponer un equipo de templado exclusivo a la derecha delante del equipo de *stress-peening* a temperatura ordinaria, y los artículos semiprocesados que salen del equipo de templado se mantienen en el equipo de *stress-peening* a temperatura ordinaria antes de enfriar los artículos, y de este modo se lleva a cabo el *stress-peening*. Alternativamente, también es posible que los artículos semiprocesados mantenidos en el equipo de *stress-peening* a temperatura ordinaria se enfríen en un sistema de enfriamiento para acortar el tiempo de producción.

#### Ejemplos

##### Ejemplo Práctico 1

Esta invención se explica más detalladamente a continuación por medio de ejemplos de producción concretos. Una placa de SUP9 se configuró con la forma mostrada en la Figura 4 y se llevó a cabo un *stress-peening* en caliente después de un endurecimiento y templado. El *stress-peening* en caliente se llevó a cabo manteniendo una temperatura de 250 a 300 °C mientras se aplicaba una tensión de 1400 MPa en el plano en el que actúa la tensión de tracción del muelle de lámina. A continuación se realizó una prueba de fatiga, en la que se ajustó una tensión media de 686 MPa y una amplitud de tensión variable. Además, para comparar, se configuró una placa de SUP10 con la forma mostrada en la Figura 4 y se llevó a cabo el *stress-peening* mientras se aplicaba una tensión de 1400 MPa después del endurecimiento y templado. Con este muelle de lámina se realizó la prueba de fatiga bajo condiciones iguales a las arriba indicadas. Los resultados se muestran en la Figura 6. Tal como muestra la Figura 6, el muelle de lámina sometido al *stress-peening* en caliente de la presente invención tenía una frecuencia de fatiga que no era inferior a la obtenida en el caso de la realización del *stress-peening* en SUP10.

##### Ejemplo Práctico 2

Utilizando diversos aceros para muelles se produjeron muelles de lámina tal como muestra la Figura 4. Después se llevó a cabo un chorreo con granalla a temperatura ordinaria (SP), un *stress-peening* a temperatura ordinaria (SSP), o un *stress-peening* en caliente (WSSP) en los muelles de lámina. En este caso el chorreo con granalla a temperatura ordinaria (SP) y el *stress-peening* a temperatura ordinaria (SSP) se realizaron aplicando una tensión de 900 MPa, y el *stress-peening* en caliente (WSSP) se realizó manteniendo una temperatura de 250 a 300 °C, mientras se aplicaba una tensión de 1400 MPa.

Con los muelles de lámina arriba indicados se llevaron a cabo pruebas de fatiga, ajustando una tensión media de 686 MPA y una amplitud de tensión variable. Los resultados se muestran en la Figura 7. En la Figura 7, en el caso en el que se realizó el *stress-peening* a temperatura ordinaria en SUP10, los valores mínimos del gráfico están conectados. En el caso en el que se realizó el *stress-peening* en caliente en SUP9 y SUP11, el gráfico está situado en la parte superior o a la derecha de la línea discontinua. Por consiguiente, se muestra claramente una frecuencia de fatiga que no es inferior a la obtenida en el caso de la realización del *stress-peening* a temperatura ordinaria en SUP10.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de producción de un muelle de lámina para un vehículo, que consiste en:
- 5 mantener un cuerpo principal de muelle, producido a partir de un acero para muelles cuya dureza Brinell es menor de 555 HBW y no inferior a 388 HBW, lo que corresponde a un diámetro menor de 2,70 mm de dureza y no inferior a 3,10 mm de dureza en una marca de bola Brinell, a una temperatura de 150 a 400 °C;
- aplicar una carga en la misma dirección en la que va a ser utilizado el cuerpo principal de muelle; y
- realizar un primer chorreo con granalla en el plano en el que se aplica una tensión de tracción;
- aplicándose una tensión de tracción de 1200 a 1900 MPa mediante la carga.
- 10 2. Procedimiento de producción de un muelle de lámina para un vehículo según la reivindicación 1, en el que el segundo chorreo con granalla se realiza en el mismo plano en el que actúa la tensión de tracción, después del primer chorreo con granalla, utilizando granalla con un tamaño de partícula medio que sea menor que el tamaño de partícula medio de la granalla utilizada en el primer chorreo con granalla, y mientras se aplica una carga en una dirección igual a la dirección en la que se va a utilizar el cuerpo principal de muelle.
- 15 3. Procedimiento de producción de un muelle de lámina para un vehículo según la reivindicación 2, en el que el tamaño de partícula medio de la granalla utilizada en el primer chorreo con granalla es de 0,8 a 1,2 mm y el tamaño de partícula medio de la granalla utilizada en el segundo chorreo con granalla es de 0,2 a 0,6 mm.
- 20 4. Procedimiento de producción de un muelle de lámina para un vehículo según la reivindicación 1, en el que una tensión residual de compresión se distribuye dentro del intervalo de profundidad de 0,4 a 0,6 mm desde la superficie en el plano en el que actúa la tensión de tracción, y en el que el valor máximo de la tensión residual de compresión es de 800 a 1800 N/mm<sup>2</sup>.

Fig. 1

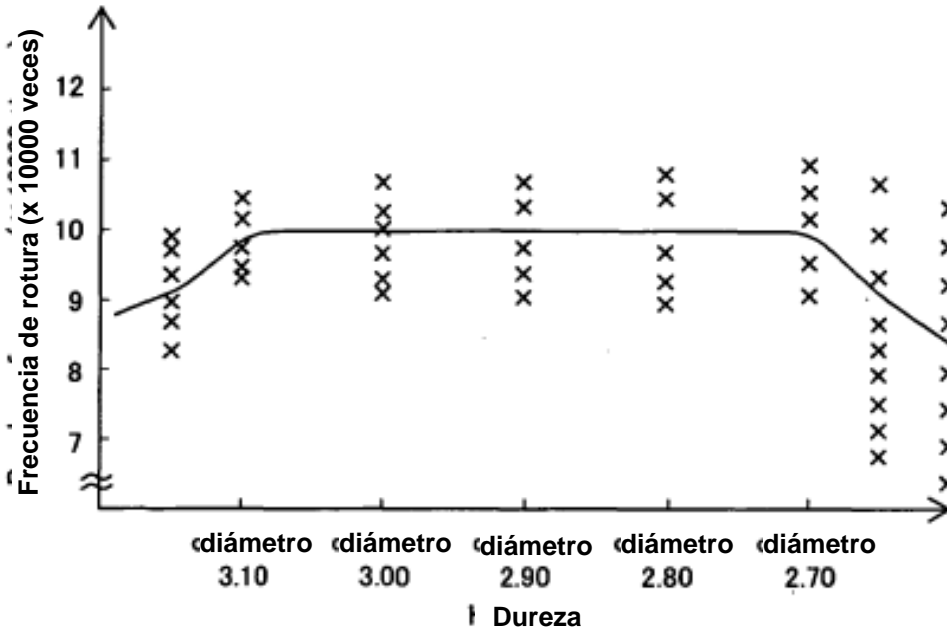


Fig. 2

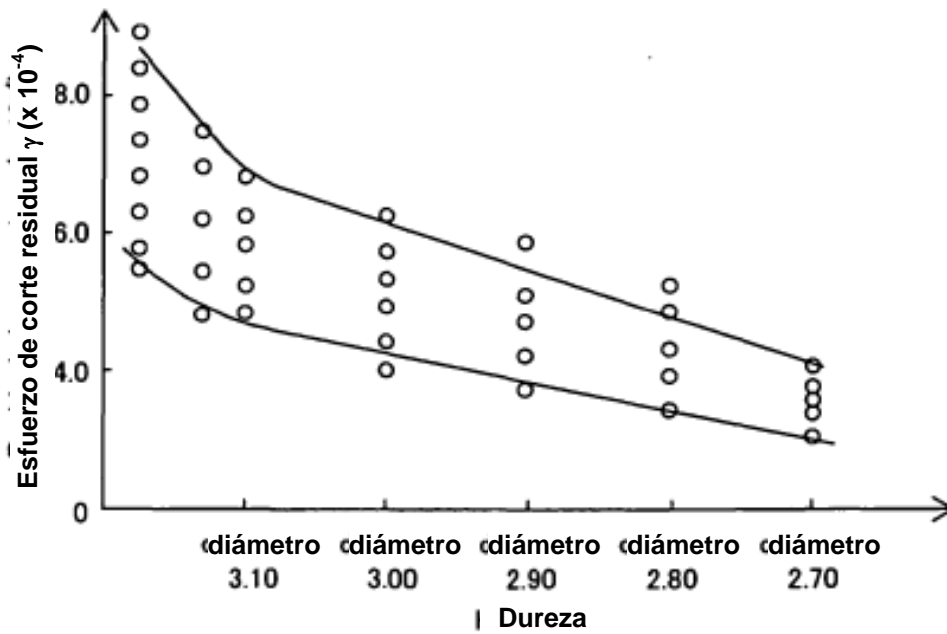


Fig. 3

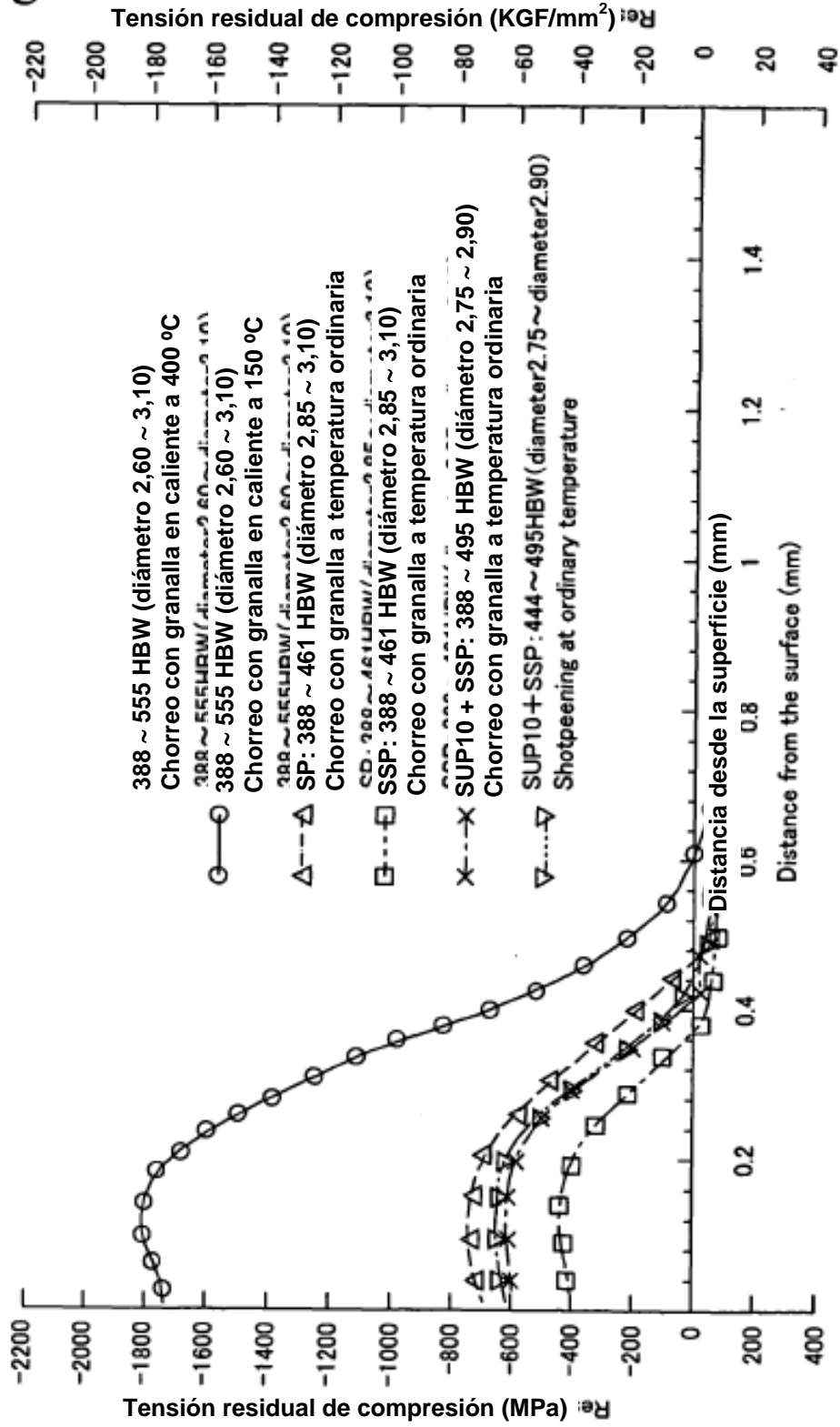




Fig. 4A

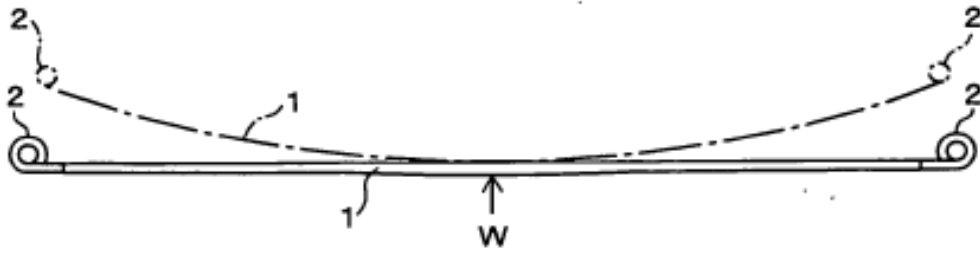


Fig. 4B

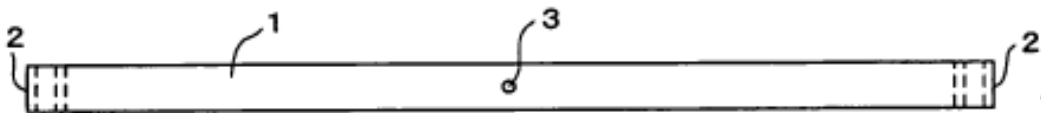


Fig. 5

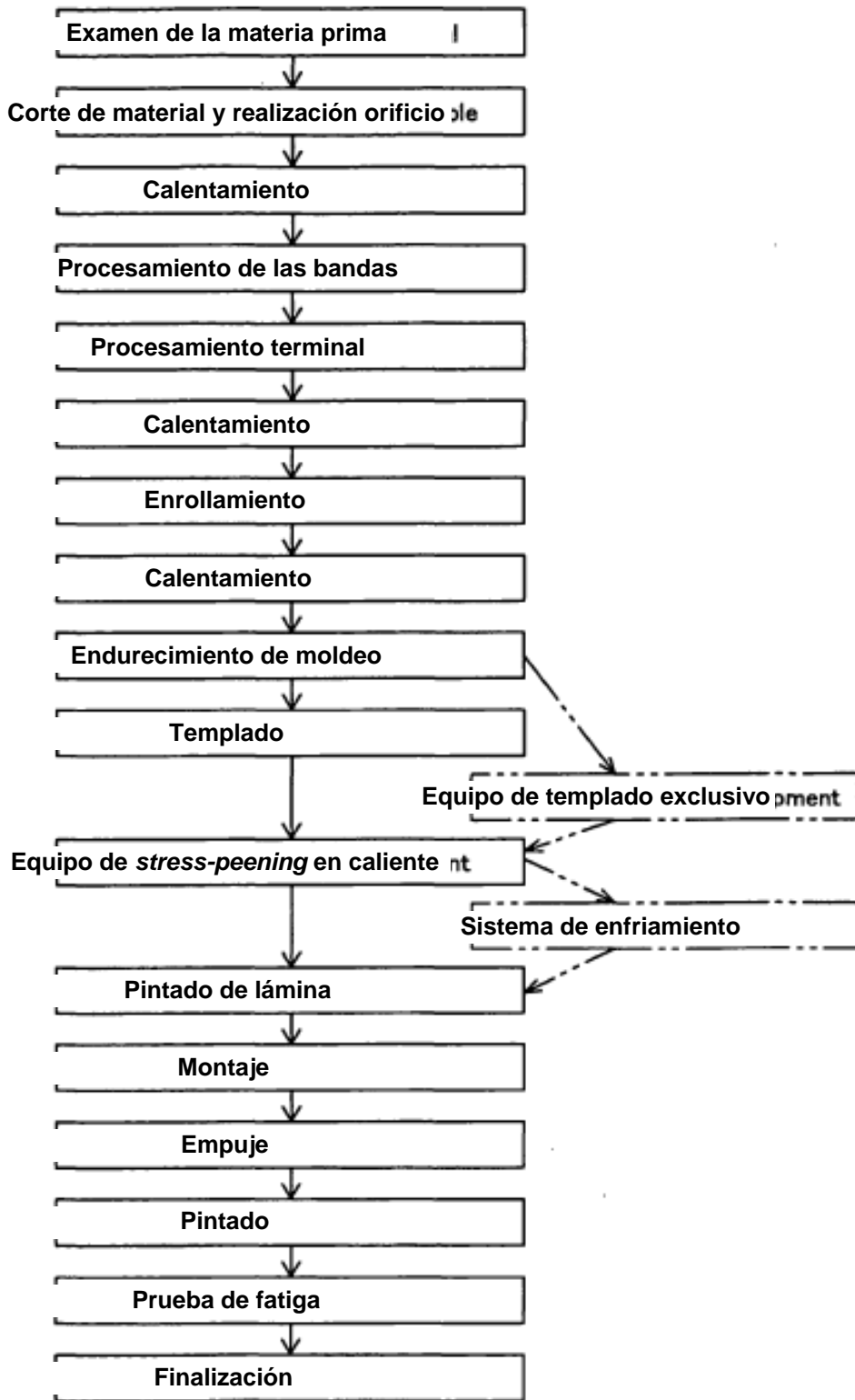


Fig. 6

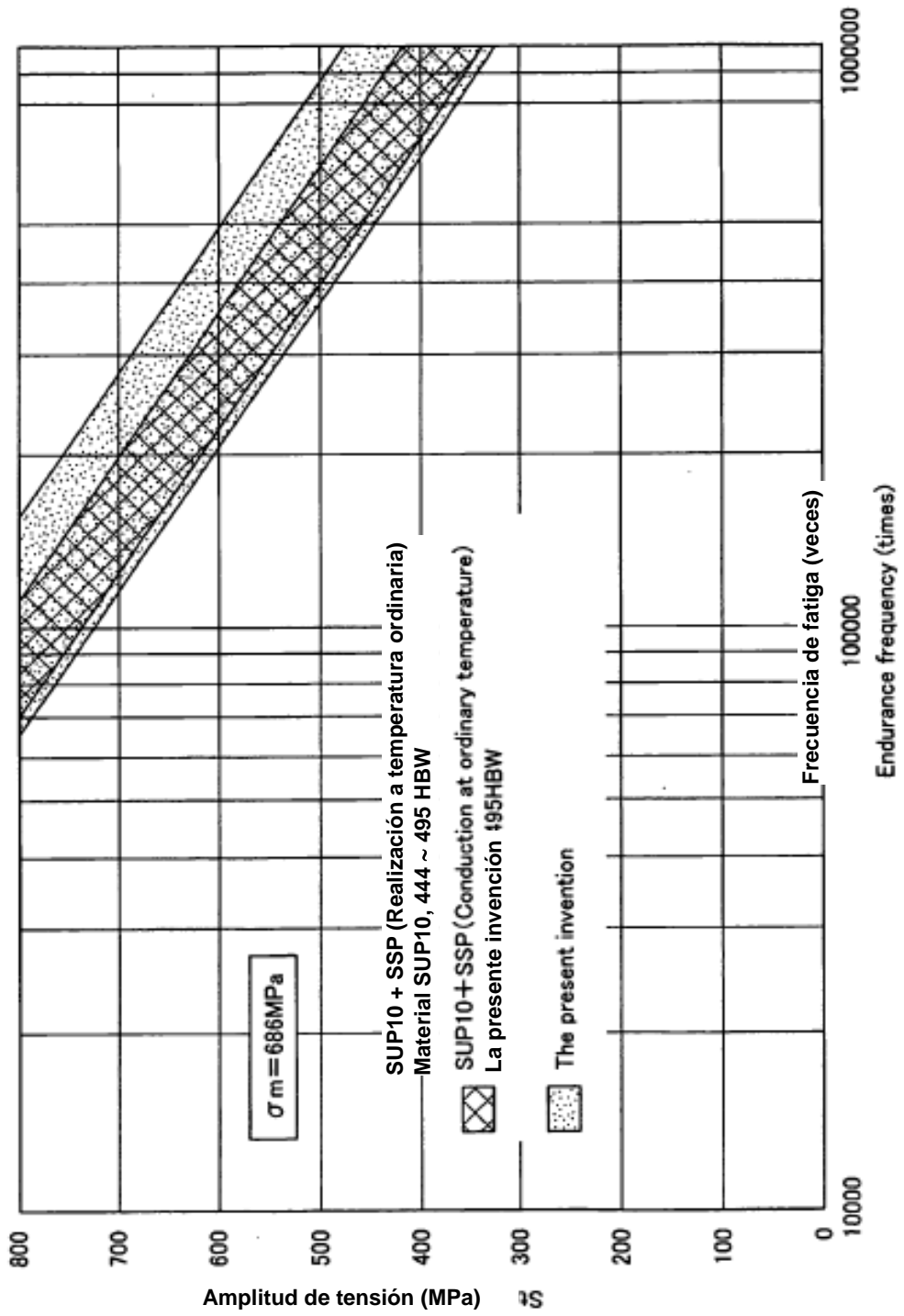


Fig. 7

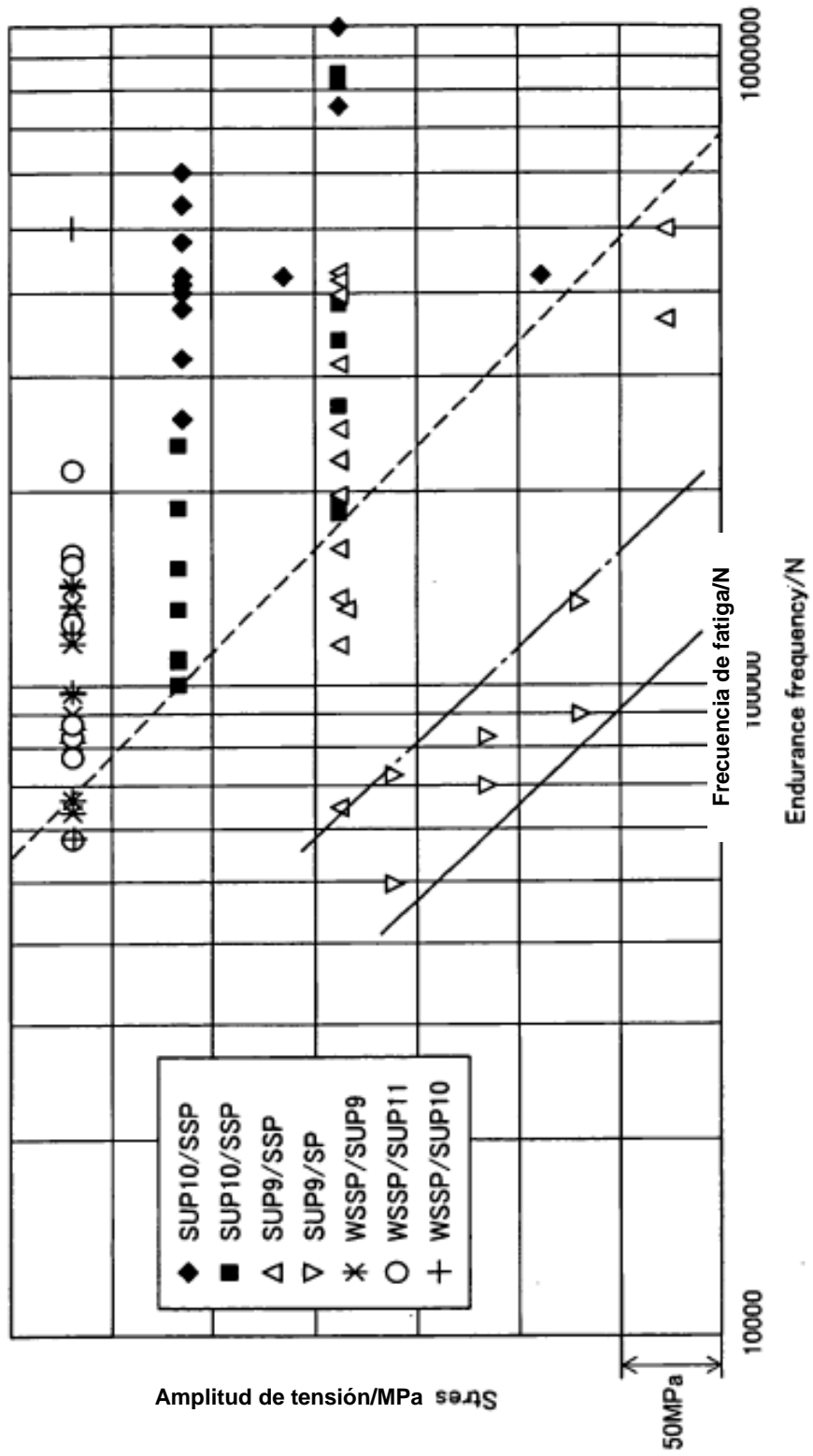


Fig. 8

