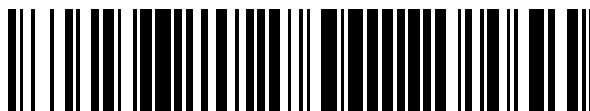


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 937**

51 Int. Cl.:

<b>F16F 1/02</b>	(2006.01)
<b>B24C 1/04</b>	(2006.01)
<b>B24C 1/10</b>	(2006.01)
<b>B24C 3/02</b>	(2006.01)
<b>B24C 3/32</b>	(2006.01)
<b>B24C 9/00</b>	(2006.01)
<b>F16F 1/06</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2011 PCT/JP2011/077742**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2012 WO12074036**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2011 E 11844264 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2647867**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un muelle hueco**

30 Prioridad:

**03.12.2010 JP 2010270818**

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

**05.07.2017**

73 Titular/es:

**NHK Spring Co., Ltd. (100.0%)  
10 Fukuura 3-chome  
Kanazawa-kuYokohama-shiKanagawa 236-0004**

72 Inventor/es:

**YAJIMA, TAKASHI y  
KATSUYAMA, AKIRA**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

ES 2 621 937 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 muelle hueco

#### Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un muelle hueco. En particular, la presente invención se refiere a una mejora en una técnica de granallado abrasivo para una superficie interior del mismo (véase por ejemplo JP 2004 154923 A).

#### Antecedentes

- 10 Con el fin de reducir el peso de los vehículos (coches o similares), se ha propuesto utilizar muelles huecos (muelles helicoidales huecos o similares) como piezas de resorte (por ejemplo, documento de patente 1). El muelle helicoidal hueco del documento de patente 1 se produce aplicando sucesivamente un proceso de extrusión hidrostática en caliente, un proceso de reducción de espesor, un proceso  
15 de laminado, un proceso de formación helicoidal, un proceso de calentamiento, un proceso de pulido de la superficie terminal, un proceso de arenado, un proceso de endurecimiento y un proceso de revestimiento. En el proceso de extrusión hidrostática en caliente se forma un tubo de acero para resortes sin juntas. En el muelle helicoidal hueco se utiliza un material para muelles (un tubo de acero para  
20 resortes sin costuras o similar) que pueda mejorar la resistencia a la fatiga por esfuerzos de torsión y flexión.

El documento de patente 1 es la solicitud de patente japonesa no examinada No. 2007-127227.

#### PROBLEMAS RESUELTOS POR LA INVENCIÓN

- 25 Sin embargo, dado que, como material del muelle helicoidal hueco, se utiliza un material de muelle de menor diámetro y mayor espesor, se pueden producir pequeños defectos en su superficie del mismo durante su uso. Los defectos pueden deteriorar la resistencia del producto, de manera que puede ser necesario eliminar los defectos. En particular, en los últimos años, con el fin de mejorar la durabilidad,  
30 es necesario eliminar los defectos en una superficie interior de un muelle helicoidal hueco. Por ejemplo, es deseable reducir la aspereza superficial Ra a 20  $\mu\text{m}$  o menos.

- Se piensa que, si se introduce en el elemento de muelle una cinta que incluye un papel de lija abrasivo sobre una de sus superficies, la cinta oscilará en el elemento  
35 de muelle y pulirá así la superficie interior del elemento de muelle. Sin embargo,

este procedimiento requiere mucho tiempo y no es adecuado para la fabricación en serie.

Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un muelle hueco y un procedimiento para su producción que pueda mejorar la durabilidad y la eficacia del granallado abrasivo de superficie interior del material para muelles.

#### MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS

Los inventores han investigado profundamente la aplicación de un esmerilado para la superficie interior por granallado de la parte de muelle a un muelle hueco. El esmerilado de la superficie interior por granallado convencional no puede utilizarse para tubos de pequeño diámetro (elementos de muelle de resortes huecos que son largos y que tienen un menor diámetro interior o similares). Sin embargo, los inventores encontraron que es posible mejorar el procedimiento de granallado y que éste puede utilizarse para materiales de muelle de longitudes entre 1,5 m y 3,5 m y diámetros interiores de no más de 10 mmφ (sin incluir 0), de manera que se llegó a la presente invención.

Según un aspecto de la presente invención, un procedimiento para la producción de un muelle hueco incluye las características de la reivindicación 1.

En el procedimiento para la producción de un muelle hueco del citado aspecto de la presente invención, se lleva a cabo un granallado donde los abrasivos se lanzan hacia la superficie interior del material de muelle y se aspiran, de manera que la superficie interior del material de muelle queda esmerilada. Así, es posible eliminar defectos en la superficie interior del material de muelle. En este caso, la aspereza superficial Ra puede reducirse a 20 μm o menos. Por tanto, puede mejorar la durabilidad del muelle hueco. Dado que se utiliza un granallado, es posible conseguir la eficacia del granallado abrasivo de superficie interior para el material de muelle. Como resultado, es posible llevar a cabo una fabricación en serie.

En este caso, en el granallado abrasivo, en un caso en que el elemento de muelle puede ser largo, cuando los abrasivos se proyectan desde sólo desde una parte terminal del elemento de muelle (esto es cuando la dirección de proyección de los abrasivos se ajusta en una única dirección), es posible que una parte terminal (lado de aspiración) de la superficie interior del elemento de muelle se esmerile más que la otra parte terminal (lado de proyección) de la superficie interior del elemento de muelle. Debido a esto, la superficie interior del material del muelle puede adquirir la forma de una trompeta.

En cambio, en el procedimiento de producción para muelles huecos según el aspecto de la presente invención arriba indicado, en el primer granallado los

abrasivos se proyectan hacia una primera parte terminal del material de muelle y se aspiran desde una segunda parte terminal del material de muelle y, a continuación, en el segundo granallado, los abrasivos se proyectan hacia la segunda parte terminal del material de muelle y se aspiran desde la primera parte terminal del material de muelle. De esta manera se utilizan dos direcciones como dirección de proyección de los abrasivos, siendo así posible impedir que la superficie interior del material de muelle resortes adquiera forma de trompeta. En el procedimiento de producción de muelles huecos según el aspecto de la presente invención indicado, en el primer granallado y en el segundo granallado, dependiendo del paralelismo de la superficie interior del material de muelle, se ajustan adecuadamente la aspereza superficial del mismo, la velocidad de procesamiento y similares, la presión de eyección, la presión de aspiración, la densidad del abrasivo, su tamaño de partícula, el tiempo de procesamiento y similares, de manera que puede evitarse el que se genere una diferencia en el esmerilado entre la parte central y las dos partes terminales de la superficie interior del material de muelle.

En concreto, si el tiempo de procesamiento del primer granallado y del segundo granallado son cortos, las dos partes terminales se esmerilarán más que la parte central. Cuanto más lisa esté la superficie, menores serán los efectos del esmerilado (esto es cuanto más áspera esté la superficie, mayores serán los efectos del esmerilado), de manera que, si el tiempo de procesamiento del primer granallado y del segundo granallado son más largos, la parte central, cuya superficie está más áspera que la de las dos partes terminales, se esmerila más que las dos partes terminales. Así, la diferencia en cuanto a la proporción de reducción del diámetro interior entre la parte central y las dos partes terminales puede ser menor. El tiempo de procesamiento del primer granallado y del segundo granallado se ajustan adecuadamente, de manera que, por ejemplo, la reducción del diámetro interior de la parte central de la superficie interior del material de muelle puede ser de 190  $\mu\text{m}$  y la reducción del diámetro interior de las dos partes terminales del material de muelle puede ser de 200  $\mu\text{m}$ . Así, la diferencia entre las reducciones del diámetro interior de la parte central y del diámetro interior de las dos partes terminales puede ser de 10  $\mu\text{m}$ , y la diferencia entre las reducciones de los diámetros interiores puede ser mucho menor.

Como se ha descrito más arriba, en el procedimiento de producción de muelles huecos correspondiente al aspecto de la presente invención indicado se mejora el procedimiento de granallado, de manera que el material de muelle, que es un tubo de pequeño diámetro para el que no podría utilizarse el granallado convencional,

puede someterse a un esmerilado de superficie interior por granallado. Es posible mejorar la uniformidad del esmerilado de toda la superficie interior.

El procedimiento de producción de muelles huecos de la presente invención puede usar diversas estructuras. Según una forma de realización deseable de la presente invención, al material de muelle puede dársele una forma helicoidal después del paso de granallado abrasivo del material de muelle.

#### EFFECTOS DE LA INVENCION

Según el procedimiento de producción de muelles huecos de la presente invención es posible mejorar la durabilidad del muelle hueco, conseguir un granallado abrasivo de superficie interior del material de muelle eficaz y mejorar la uniformidad del esmerilado de toda la superficie interior.

#### BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

- Fig. 1: diagrama que muestra una estructura esquemática de un aparato de granallado que utiliza un procedimiento de granallado abrasivo de superficie interior de una forma de realización según la presente invención.
- Fig. 2: gráfico que muestra los resultados de ensayos de corrientes parásitas en un primer ejemplo y datos de señal máxima  $V_{p-p}$  de cada muestra.
- Fig. 3: gráfico que muestra los resultados de observaciones en sección transversal en un primer ejemplo y datos de profundidad de daños en la superficie interior de cada muestra.
- Fig. 4: gráfico que muestra los resultados de observaciones en sección transversal en un primer ejemplo y datos de relación entre dimensiones de daños en la superficie interior de cada muestra.
- Fig. 5: imagen tomada por MEB que muestra el resultado de la observación de la superficie de la muestra 11 en un primer ejemplo.
- Fig. 6: imagen tomada por MEB que muestra el resultado de la observación de la superficie de la muestra 12 en un primer ejemplo.
- Fig. 7: imagen tomada por MEB que muestra el resultado de la observación de la superficie de la muestra 13 en un primer ejemplo.
- Fig. 8: imagen tomada por MEB que muestra el resultado de la observación de la superficie de la muestra 14 en un primer ejemplo.
- Fig. 9: imagen tomada por MEB que muestra el resultado de la observación de la superficie de la muestra comparativa 11 en un primer ejemplo.

#### EXPLICACION DE LOS NUMEROS DE REFERENCIA

El número de referencia 100 denota un aparato de granallado, 101 denota un tubo de compresor, 102 denota un tanque de aplicación a presión, 103 denota una válvula del lado de expulsión, 104 denota una válvula del lado de aspiración, 105 denota una parte receptora, 106 denota un tubo colector, 107 denota un tubo flexible resistente al desgaste, 108 denota un tubo colector, 109 denota un separador ciclón, 110 denota un tubo colector de polvo, 111 denota un colector de polvo de alto vacío, 112 denota un tubo de vacío, W denota un elemento de muelle y Wa y Wb indican una parte de abertura.

## FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

### 10 (1) Estructura del aparato de granallado

A continuación se describe una forma de realización de la presente invención en referencia a las Figuras. La Fig. 1 es un diagrama que muestra una estructura esquemática de un aparato de granallado utilizado en un procedimiento de granallado abrasivo de superficie interior de una forma de realización según la presente invención. Por ejemplo, el aparato de granallado 100 está equipado con un tanque de aplicación de presión 102 al que se suministra aire comprimido a través de un tubo de compresor 101. En el tanque de aplicación de presión 102 se mezclan los abrasivos y el aire comprimido. En el tanque de aplicación 102 está prevista una válvula 103 del lado de expulsión. Por ejemplo, una parte de abertura 15 Wa de una parte terminal de un material W para muelles huecos está conectada a la válvula 103 del lado de expulsión. Los abrasivos se expulsan desde la válvula 103 del lado de expulsión hacia la parte de abertura Wa del material W para muelles huecos. Por ejemplo, la presión de proyección se ajusta mediante la presión del aire de compresión suministrado a través del tubo de compresor 101, el diámetro interior de la válvula 103 del lado de expulsión y similares.

Una válvula 104 del lado de aspiración está prevista de manera que está alejada de la válvula 103 del lado de expulsión. Por ejemplo, una parte de abertura Wb de otra parte terminal del material W para muelles huecos está conectada a la válvula 104 del lado de aspiración. Los abrasivos se mueven mientras chocan repetidamente contra una superficie interior del material W para muelles y son aspirados desde la válvula 104 del lado de aspiración. En este caso, la colisión de los abrasivos con la superficie interior del material de muelle W genera residuos de rectificado y el polvo (residuos de rectificado y similares) se aspira junto con los abrasivos. Por ejemplo, la presión de aspiración se ajusta con una bomba de vacío, según el diámetro interior de la válvula 104 del lado de aspiración y similares. Por 35

ejemplo, la válvula 104 del lado de aspiración tiene una función para cambiar el flujo de gas a un flujo turbulento.

La válvula 104 del lado de aspiración está prevista en una parte receptora 105. Un separador ciclotrón 109 está conectado a la válvula 104 del lado de aspiración mediante un tubo colector 106, un tubo flexible resistente al desgaste 107 y un tubo colector 108.

El separador ciclotrón 109 es un aparato para separar los abrasivos y el polvo mediante un flujo de gas de presión negativa. Un colector de polvo de alto vacío 111 está conectado a una parte terminal superior del separador ciclotrón 109 mediante un tubo colector de polvo 110. La bomba de vacío (no mostrada en las Figuras) está conectada al colector de polvo de alto vacío 111 a través de un tubo de vacío 112. El polvo se descarga al colector de polvo de alto vacío 111. El flujo de gas de presión negativa en el separador ciclotrón se consigue mediante la acción de la bomba de vacío.

El tanque de aplicación de presión 102 está conectado a una parte terminal inferior del separador ciclotrón 109 y los abrasivos separados en el separador ciclotrón 109 se suministran al tanque de aplicación de presión 102. El tanque de aplicación de presión 102 está fijado en un carro 121. El carro 121 puede moverse hacia la izquierda y hacia la derecha sobre una base 122 y la posición del carro 121 puede ajustarse según la longitud del material de muelle W.

(2) Procedimiento de granallado abrasivo de la superficie interior con un aparato de granallado

Por ejemplo, el material para muelles huecos W que se utiliza en el aparato de granallado 100 es un elemento de muelle de forma recta. La longitud del material de muelle W se ajusta a una longitud de 1,5 m a 3,5 m y su diámetro interior se ajusta a un diámetro no mayor de 10 mm $\phi$  (sin incluir 0). Como material para el muelle se utiliza por ejemplo un tubo de acero para muelles sin juntas. En el granallado abrasivo de superficie interior, con el fin de estabilizar la proporción de esmerilado, es necesario mantener el tamaño de partícula de los abrasivos en un valor predeterminado.

En un procedimiento de granallado abrasivo de superficie interior que utiliza el aparato de granallado 110, primero se realiza un primer granallado. En el primer granallado, como se muestra en la Fig. 1, la parte de abertura Wa del material para muelles huecos W está conectada a la válvula 103 del lado de expulsión y la parte de abertura Wb del material para muelles huecos W está conectada a la válvula 104 del lado de aspiración.

A continuación se suministra aire comprimido al tanque de aplicación de presión 102 a través del tubo de compresor 101, presurizando el aire comprimido el interior del tanque de aplicación de presión 102. Los abrasivos presentes en el tanque de aplicación de presión 102 se expulsan hacia la parte de abertura Wa con un valor  
5 de presión de expulsión predeterminado. Dado que la válvula 104 del lado de aspiración genera un flujo turbulento en el interior del material para muelles W, los abrasivos, proyectados desde la parte de abertura Wa, se mueven hacia la válvula 104 del lado de aspiración mientras chocan repetidamente con la superficie interior del material para muelles W. Los abrasivos se aspiran desde la parte de abertura  
10 Wb por la acción de la bomba de vacío o similar, con un valor de presión de aspiración predeterminado. Así, los abrasivos realizan un rectificado de toda la superficie interior del material para muelles W. El polvo (residuos de rectificado y similares) generado por el rectificado se aspira desde la válvula 104 del lado de aspiración junto con los abrasivos.

15 Los abrasivos y el polvo llegan al separador ciclotrón 109 por la parte receptora 105, el tubo colector 106, el tubo flexible resistente al desgaste 107 y el tubo colector 108. El separador ciclotrón 109 separa los abrasivos y el polvo. Los abrasivos separados se suministran al tanque de aplicación de presión 102 y se reutilizan. El polvo separado se descarga al colector de polvo de alto vacío 111.

20 Una vez realizado el primer granallado arriba descrito durante un tiempo predeterminado, se realiza un segundo granallado. En el segundo granallado, la dirección dispuesta del material para muelles W es opuesta a la dirección mostrada en la Fig. 1. La parte de abertura Wb del material para muelles huecos W está conectada a la válvula 103 del lado de expulsión y la parte de abertura Wa del  
25 material para muelles huecos W está conectada a la válvula 104 del lado de aspiración. A continuación, por ejemplo, se realiza el segundo granallado en las mismas condiciones que el primero. Una vez realizado el rectificado de superficie interior en el material para muelles W mediante el granallado arriba indicado, se puede, por ejemplo, dar al material para muelles W forma helicoidal mediante una  
30 conformación de arrollamiento, o formar una parte curvada en el material para muelles W por flexión. A continuación, si es necesario, el material para muelles W se somete a diversos procesamientos (calentamiento, revestimiento y similares), para producir un muelle hueco.

En esta forma de realización se lleva a cabo un granallado donde los abrasivos se  
35 expulsan hacia la superficie interior del material para muelles W y se aspiran, de manera que se rectifica la superficie interior del material para muelles W. Así, es posible eliminar defectos en la superficie interior del material para muelles W. En



este caso, la aspereza superficial Ra puede reducirse a 20  $\mu\text{m}$  o menos. Así puede mejorar la durabilidad del muelle hueco. Dado que se utiliza el granallado, es posible rectificar la superficie interior del material para muelles W eficazmente por granallado abrasivo. Como resultado, es posible realizar una fabricación en serie.

- 5 En este caso, en el granallado abrasivo se utilizan dos direcciones como dirección de expulsión de los abrasivos, de modo que es posible impedir que la superficie interior del material para muelles W adquiera forma de trompeta. En esta forma de realización, en el primer granallado y en el segundo granallado, conforme al paralelismo de la superficie interior del material para muelles W, se ajustan  
10 adecuadamente la aspereza superficial del mismo, la velocidad de procesamiento y similares, la presión de expulsión, la presión de aspiración, la densidad de los abrasivos, su tamaño de partícula, el tiempo de procesamiento y similares, de manera que pueda evitarse que se genere una diferencia en la proporción de rectificado entre la parte central y las dos partes terminales de la superficie interior  
15 del material para muelles. Por ejemplo, la reducción, mediante granallado, del diámetro interior de una parte central de la superficie interior del material para muelles puede ser de 190  $\mu\text{m}$  y la reducción, mediante granallado, del diámetro interior de las dos partes terminales del material para muelles puede ser de 200  $\mu\text{m}$ . La diferencia en cuanto a la reducción del diámetro interior entre la parte central  
20 y las dos partes terminales puede ser de 10  $\mu\text{m}$  y la diferencia entre las reducciones de los diámetros interiores puede ser mucho menor.

Como se ha descrito más arriba, se mejora el procedimiento de granallado, de manera que el material para muelles W, que es un tubo de pequeño diámetro para el que no podría utilizarse el granallado convencional, puede someterse a un  
25 rectificado de superficie interior mediante granallado. Así, es posible mejorar la uniformidad del rectificado de toda la superficie interior.

## EJEMPLOS

A continuación se explica en detalle la forma de realización de la presente invención, haciendo referencia a ejemplos específicos.

### 30 (1) Primer ejemplo

En el primer ejemplo se utilizó un aparato de granallado con una estructura correspondiente a la forma de realización y se realizó un rectificado de superficie interior por granallado en diversas condiciones. En concreto, en las muestras 11 a 14, se utilizó un tubo de acero (con un diámetro interior de 8 mm y un espesor de 4  
35 mm) como elemento de muelle y, como se muestra en la Fig. 1, se cambiaron las condiciones de granallado y se realizó un granallado abrasivo de superficie interior.

Como ejemplo comparativo 11 se utilizó un tubo de acero no sometido a granallado. Como abrasivos se utilizaron partículas abrasivas de alúmina. En la Tabla 1 y las Fig. 2 a 4, “ref.” indica las condiciones experimentales y los resultados de medida en una posición con una referencia de perforación, y “sin ref.” indica las condiciones experimentales y los resultados de medida en una posición sin referencia de perforación. Con respecto a las condiciones de procesamiento de la Tabla 1, “#20x3 minutos” indica que se realizó un granallado empleando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #20) durante 3 minutos, y “#20x2 minutos-#80x1 minuto” indica que se realizó un granallado empleando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #20) durante 2 minutos y a continuación se realizó un granallado empleando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #80) durante 1 minuto.

Tabla 1

nombre de la muestra	posición	longitud	condiciones de procesamiento (tamaño de partícula abrasiva x tiempo de procesamiento)
muestra 11	ref.	195 mm	#20x3 minutos
	sin ref.	195 mm	#20x3 minutos
muestra 12	ref.	195 mm	#20x3 minutos
	sin ref.	195 mm	#20x3 minutos
muestra 13	ref.	195 mm	#20x2 minutos - #80x1 minuto
	sin ref.	195 mm	#20x2 minutos - #80x1 minuto
muestra 14	ref.	195 mm	#20x2 minutos - #80x1 minuto
	sin ref.	195 mm	#20x2 minutos - #80x1 minuto
muestra comp. 11	-	2.400 mm	-

#### 15 *Medida del espesor*

Con respecto a las muestras 11 a 14, se midió el espesor de la parte terminal de un elemento de muelle con un micrómetro. En las muestras 11 y 12, el espesor promedio antes del granallado era de 4,00 mm, el espesor promedio después del granallado era de 3,93 mm y el rectificado era de 70 µm. En las muestras 13 y 14, el espesor promedio antes del granallado era de 3,99 mm, el espesor promedio después del granallado era de 3,91 mm y el rectificado era de 80 µm. De esta manera, en todos los ejemplos 11 a 14 se redujo el espesor en aproximadamente 50 a 100 µm. Incluso cuando se realizó el granallado, la proporción de espesor irregular no cambió mucho. Así, se confirmó que la influencia del granallado en la

proporción de espesor irregular era menor que la influencia del muelle mismo. Ni en el espesor ni en la proporción de espesor irregular se observó una diferencia clara provocada por las condiciones de granallado.

#### *Inspección por corrientes parásitas*

5 Se realizó una inspección por corrientes parásitas en las muestras 11 a 14 y en la muestra comparativa 11. En la inspección por corrientes parásitas, la frecuencia de examen se ajustó a 300 kHz. Los resultados se muestran en la Fig. 2. La Fig. 2 es un gráfico que muestra los datos de señal máxima  $V_{p-p}$  de ECT de cada muestra. Como se desprende de la Fig. 2, el nivel de ruido base de las muestras 11 a 14 se  
10 redujo a aproximadamente 1/3 en comparación con el del ejemplo comparativo 11. Así, se redujo el nivel de ruido base en las muestras 11 a 14. Se piensa que esto es debido a que se había rectificado la superficie interior del elemento de muelle, se había reducido el espesor en aproximadamente 50 a 100  $\mu\text{m}$  y, con ello, se había reducido la uniformidad de la estructura debido a la descarburación de la capa  
15 superficial. En el nivel de ruido base no se observó una diferencia clara provocada por las condiciones de granallado. Se confirmó que el nivel de ruido base era el mismo que el observado en el caso de realizar el rectificado de superficie interior utilizando un papel abrasivo de #600.

#### *Observación en sección transversal*

20 Se realizó una observación en sección transversal en las muestras 11 a 14 y la muestra comparativa 11 utilizando un microscopio óptico. Los resultados se muestran en las Fig. 3 y 4. La Fig. 3 es un gráfico que muestra datos de la profundidad de defectos en la superficie interior de cada muestra. La Fig. 4 es un gráfico que muestra datos de relación dimensional de los defectos en la superficie  
25 interior de cada muestra.

Como se desprende de la Fig. 3, la profundidad de los defectos en la superficie interior del ejemplo comparativo 11 fue de 52,9  $\mu\text{m}$ . En cambio, la profundidad promedio de los defectos en la superficie interior de los ejemplos 11 y 12, sometidos a un acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de  
30 partícula: #20) fue de 19,3  $\mu\text{m}$  y la profundidad no sobrepasó los 20  $\mu\text{m}$ . Las profundidades promedio de los defectos en la superficie interior de los ejemplos 13 y 14 sometidos a un acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #80) fue de 3,7  $\mu\text{m}$  y la profundidad no sobrepasó los 5  $\mu\text{m}$ . Se confirmó que se había reducido mucho la profundidad de los defectos en la  
35 superficie interior de los ejemplos 11 a 14. Se confirmó que la profundidad de los defectos en la superficie interior de los ejemplos 13 y 14, sometidos a un acabado

superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #80), se habían reducido más que las de los ejemplos 11 y 12, sometidos a un acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #20).

Como se desprende de la Fig. 4, la relación entre las dimensiones (profundidad de la forma de los defectos/anchura de la forma de los defectos) de los defectos en la superficie interior del ejemplo comparativo 11 fue de 4,6. En cambio, la proporción en promedio entre las dimensiones de los defectos en la superficie interior de los ejemplos 11 y 12 fue de 0,5. La proporción promedio entre las dimensiones de los defectos en la superficie interior de los ejemplos 13 y 14 fue de 0,3. Se confirmó que la anchura de los defectos en la superficie interior de los ejemplos 11 a 14 era mayor y las proporciones entre las dimensiones de los ejemplos 11 a 14 eran menores que las del ejemplo comparativo 11. Se confirmó que las proporciones entre dimensiones de los defectos en la superficie interior de los ejemplos 13 y 14, sometidos a un acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #80), eran menores que las de los ejemplos 11 y 12, sometidos a un acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #20).

#### *Observación por MEB*

Se realizó una observación por MEB de la superficie interior de las muestras 11 a 14 y de la muestra comparativa 11. Los resultados se muestran en las Fig. 5 a 9. La Fig. 5 es una imagen tomada con MEB que muestra los resultados de la observación de la superficie de la muestra 11, la Fig. 6 es una imagen tomada con MEB que muestra los resultados de la observación de la superficie de la muestra 12, la Fig. 7 es una imagen tomada con MEB que muestra los resultados de la observación de la superficie de la muestra 13, la Fig. 8 es una imagen tomada con MEB que muestra los resultados de la observación de la superficie de la muestra 14 y la Fig. 9 es una imagen tomada con MEB que muestra los resultados de la observación de la superficie de la muestra comparativa 11. En la observación de la superficie, los aumentos de observación MEB se ajustaron a 1.000 aumentos.

En la muestra comparativa 11, como se muestra en la Fig. 9, se observaron mayores defectos de rugosidad. Sin embargo, en las muestras 11 a 14, como se muestra en las Fig. 5 a 8, no se observaron grandes defectos de rugosidad. En las muestras 11 a 14, los defectos de rugosidad se habían eliminado, dado que la superficie interior de las mismas se había rectificado de manera que se había reducido el espesor en aproximadamente 50 a 100  $\mu\text{m}$ , como se describe más arriba. La aspereza superficial en los ejemplos 13 y 14, sometidos a un acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #80),

era menor que la aspereza superficial en los ejemplos 11 y 12, sometidos a un acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #20).

Según los resultados arriba indicados, se confirmó que los defectos en la superficie interior pueden reducirse y que su profundidad (aspereza superficial Ra) pudo mantenerse en 20  $\mu\text{m}$  o menos realizando el rectificado de la superficie interior mediante un granallado del elemento de muelle. En particular, se confirmó que la profundidad de los defectos en la superficie interior podía quedar en 5  $\mu\text{m}$  o menos cuando se realiza el acabado de la superficie utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #80). Se confirmó que la anchura de los defectos en la superficie interior podía ser menor en el rectificado de la superficie interior por granallado. Como resultado, se confirmó que es posible mejorar la precisión de inspección y la durabilidad del muelle. Se confirma que en el caso del acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #80) es más ventajoso en cuanto a la mejora de la durabilidad que el caso del acabado superficial utilizando partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #20).

## (2) Segundo ejemplo

En el segundo ejemplo se utilizó un aparato de granallado con una estructura correspondiente a la forma de realización, se realizó un granallado abrasivo de superficie interior en diversas condiciones y se examinó la reducción de los diámetros interiores.

En las muestras 21 y 22 y los ejemplos comparativos 21 y 22 se utilizó un tubo de acero (con un diámetro interior de 8 mm, un espesor de 4 mm y una longitud de 2.000 mm) como elemento de muelle, se utilizaron partículas abrasivas de alúmina (tamaño de partícula: #24) como partículas abrasivas y, como se muestra en la Tabla 2, se cambiaron la presión de expulsión, el periodo de tiempo de procesamiento y la dirección de expulsión de las partículas abrasivas, y se realizó un granallado abrasivo de superficie interior. La Tabla 2 muestra la reducción de los diámetros interiores medidas después del granallado abrasivo de superficie interior. La reducción del diámetro interior son cantidades de diámetro interior aumentadas por el granallado abrasivo de superficie interior (= (diámetro interior después del granallado abrasivo de superficie interior) - (diámetro interior antes del granallado abrasivo de superficie interior)). El valor buscado de la reducción del diámetro interior se estableció en 100  $\mu\text{m}$  o más.

Con respecto al tiempo de procesamiento mostrado en la Tabla 2, por ejemplo "120 seg (una dirección)" indica que la dirección de expulsión de las partículas abrasivas

se estableció en una única dirección y que sólo se realizó el primer granallado de la forma de realización durante 120 segundos, y “60 segx2 (dos direcciones)” indica que la dirección de expulsión de las partículas abrasivas se estableció en dos direcciones y que el primer granallado de la forma de realización se realizó durante 5 60 segundos y el segundo granallado de la forma de realización se realizó durante 60 segundos.

Tabla 2

nombre de la muestra	presión de procesamiento	periodo de tiempo de procesamiento (dirección de expulsión)	reducción del diámetro interior
muestra 21	0,5 MPa	60 segx2 (dos direcciones)	parte central: 70 $\mu\text{m}$ parte terminal: 100 $\mu\text{m}$
muestra 22	0,5 MPa	90 segx2 (dos direcciones)	parte central: 190 $\mu\text{m}$ parte terminal: 200 $\mu\text{m}$
muestra comp. 21	0,1 MPa	120 seg (una dirección)	30 $\mu\text{m}$
muestra comp. 22	0,5 MPa	120 seg (una dirección)	60 a 70 $\mu\text{m}$

Como se desprende de la Tabla 2, cuando se realizó sólo el primer granallado de la forma de realización, en el ejemplo comparativo 21, en el que la presión de 10 expulsión se ajustó a 0,1 MPa, la reducción del diámetro interior fue de 30  $\mu\text{m}$ , mucho menor que el valor buscado. En el ejemplo comparativo 22, en el que la presión de expulsión se ajustó a 0,5 MPa, la reducción del diámetro interior fue de 60 a 70  $\mu\text{m}$ , mayor. Sin embargo, en el ejemplo comparativo 22, la reducción del 15 diámetro interior en la parte terminal del lado de aspiración fue mayor que en la parte terminal del lado de expulsión. Así, se generó una gran diferencia en cuanto a la reducción del diámetro interior entre la parte terminal del lado de aspiración y la parte terminal del lado de expulsión.

En cambio, en la muestra 21 se realizaron el primer granallado y el segundo 20 granallado, la presión de expulsión se ajustó igual que en el ejemplo comparativo 22 y el tiempo de procesamiento total del primer granallado y del segundo granallado se ajustó igual que en el ejemplo comparativo 22. Como resultado, no se generó la diferencia en la reducción del diámetro interior entre la parte terminal

del lado de aspiración y la parte terminal del lado de expulsión, y la reducción del diámetro interior en la parte terminal fue de 100  $\mu\text{m}$  y la reducción del diámetro interior en la parte central fue de 70  $\mu\text{m}$ . Aunque la reducción del diámetro interior fue mayor en la anterior manera, la diferencia de la reducción del diámetro interior  
 5 entre la parte terminal y la parte central fue de 30  $\mu\text{m}$ .

En base al concepto de que cuanto más lisa esté la superficie, menores serán los efectos del rectificado (es decir, cuanto más áspera esté la superficie, mayores serán los efectos del rectificado), en la muestra 22 los tiempos de procesamiento respectivos del primer granallado y del segundo granallado fueron más largos, de  
 10 manera que la reducción del diámetro interior en la parte central fue de 190  $\mu\text{m}$  y la reducción del diámetro interior en la parte terminal fue de 200  $\mu\text{m}$ . Así, en la parte central, cuya superficie era más áspera que la de la parte terminal, el rectificado fue mayor que en la parte terminal, y la diferencia en la reducción del diámetro interior entre la parte terminal y la parte central fue de 10  $\mu\text{m}$ , siendo así mucho menor.

15 Según los anteriores resultados, se confirmó que en el granallado abrasivo de superficie interior se cambió la dirección de expulsión a la mitad del granallado abrasivo de superficie interior, se realizaron el primer granallado y el segundo granallado y los tiempos del primer granallado y del segundo granallado se ajustaron adecuadamente, de manera que es posible mejorar la uniformidad de la  
 20 reducción del diámetro interior en toda la superficie interior. En particular, se confirmó que, mediante una selección adecuada del tiempo, la reducción del diámetro interior en la parte central fue de 190  $\mu\text{m}$ , la reducción del diámetro interior en la parte terminal fue de 200  $\mu\text{m}$  y la diferencia en la reducción del diámetro interior entre la parte terminal y la parte central fue mucho menor.

25

## Reivindicaciones

1. Procedimiento de producción de un muelle hueco, que comprende:  
un paso de preparación en el que se prepara un material para muelles huecos (W) con forma recta; y  
5 un paso de granallado abrasivo en el que se proyectan abrasivos hacia una superficie interior del material para muelles (W) y se aspiran éstos, rectificándose así la superficie interior del material para muelles (W), donde en el paso de granallado abrasivo se lleva a cabo como granallado sucesivamente un primer granallado y un segundo granallado,  
10 caracterizado porque en el paso de preparación del material para muelles (W) se ajusta una longitud del material para muelles (W) de 1,5 m a 3,5 m y se ajusta un diámetro interior del material para muelles (W) no mayor de 10 mm, en el primer granallado, los abrasivos se expulsan hacia una primera parte terminal del material para muelles (W) y se aspiran desde una válvula (104)  
15 del lado de aspiración prevista en una segunda parte terminal del material para muelles (W), de manera que se genera un flujo turbulento en el interior del material para muelles (W) y, en el segundo granallado, los abrasivos se expulsan hacia la segunda parte terminal del material para muelles (W) y se aspiran desde una válvula (104)  
20 del lado de aspiración prevista en la primera parte terminal del material para muelles (W), de manera que se genera un flujo turbulento dentro del material para muelles (W).
2. Procedimiento de producción de un muelle hueco según la reivindicación 1,  
25 caracterizado porque, mediante el granallado, se ajusta la reducción del diámetro interior de una parte central de la superficie interior del material para muelles (W) a 190  $\mu\text{m}$  y se ajusta la reducción del diámetro interior de ambas partes terminales del material para muelles (W) a 200  $\mu\text{m}$ .
3. Procedimiento de producción de un muelle hueco según la reivindicación 1  
30 o 2, caracterizado porque al material para muelles (W) se le da una forma helicoidal después del paso de granallado abrasivo del material para muelles (W).



Fig. 1

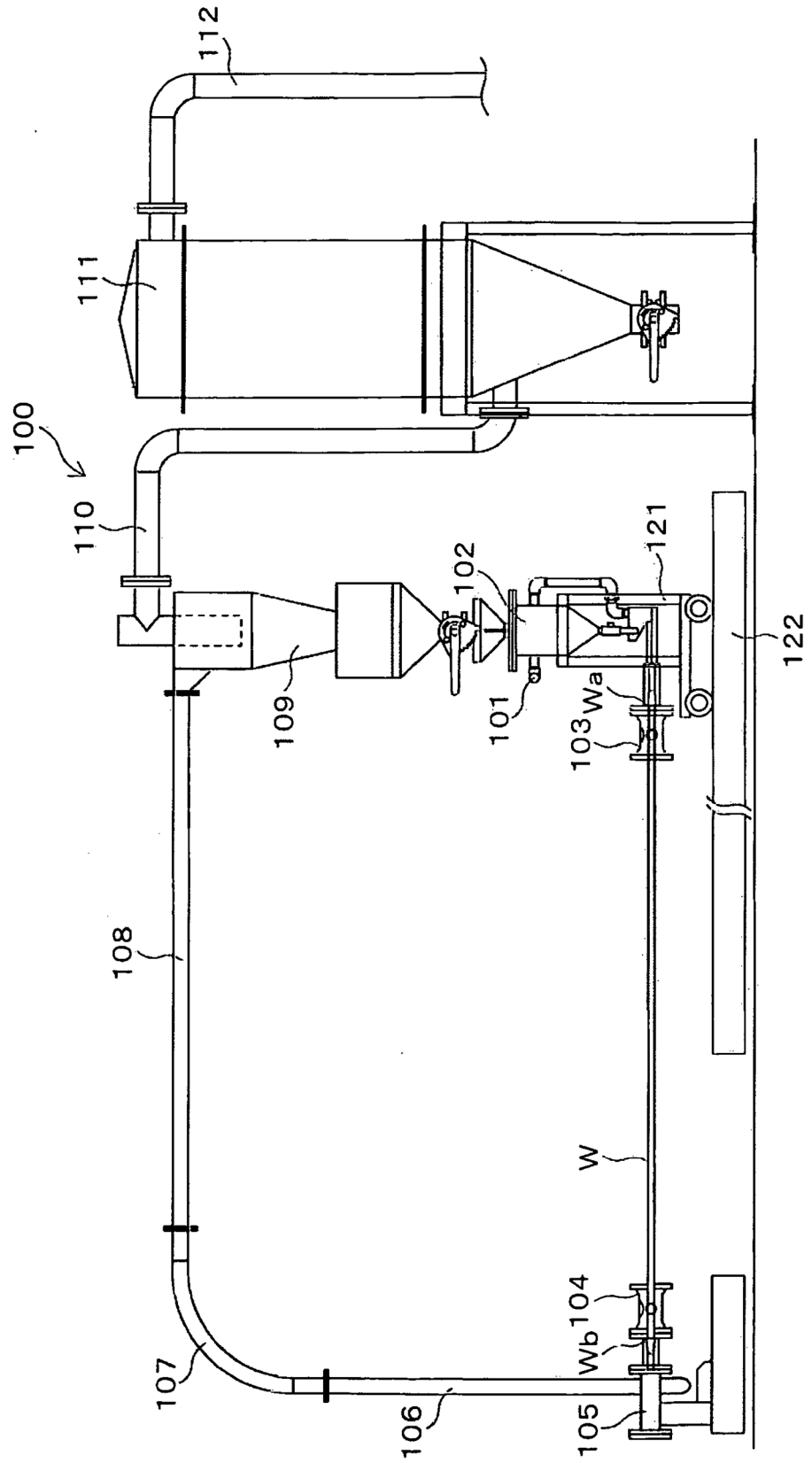


Fig. 2

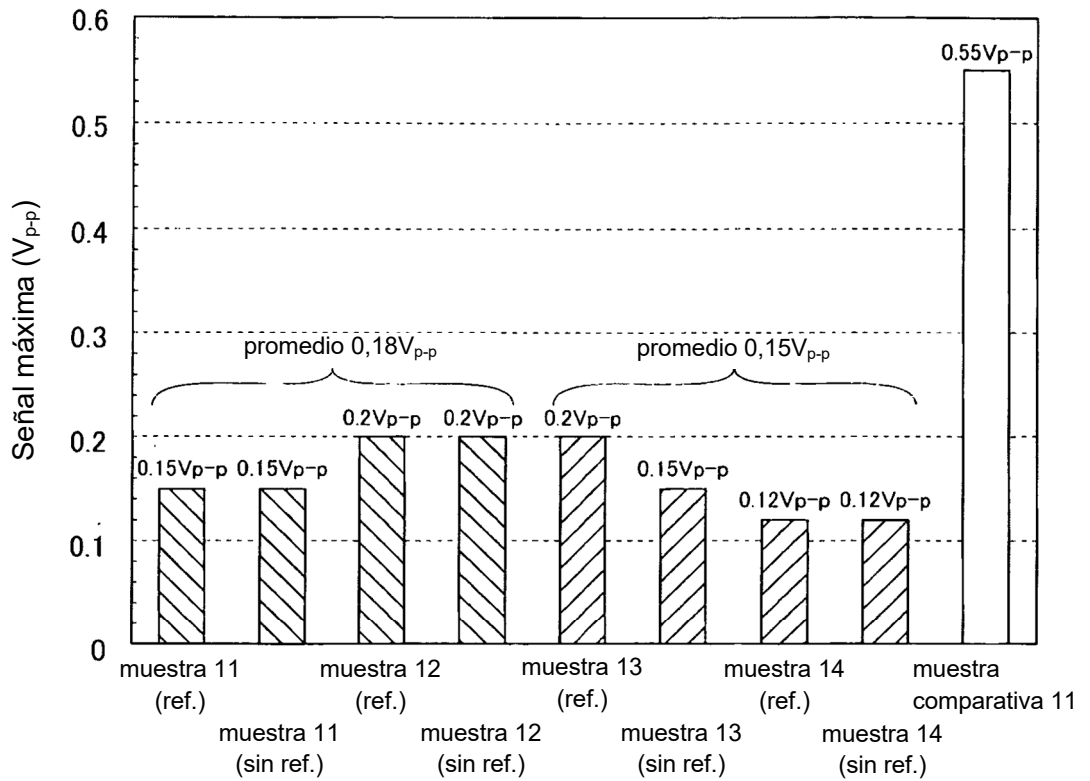


Fig. 3

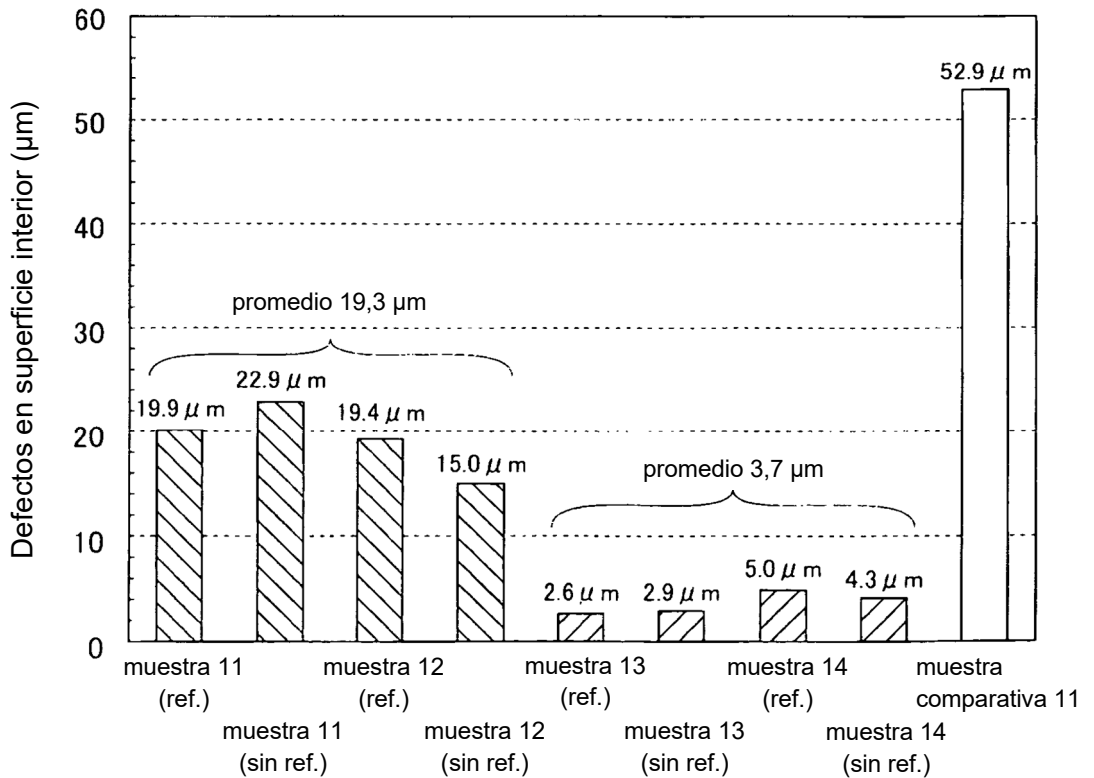


Fig. 4

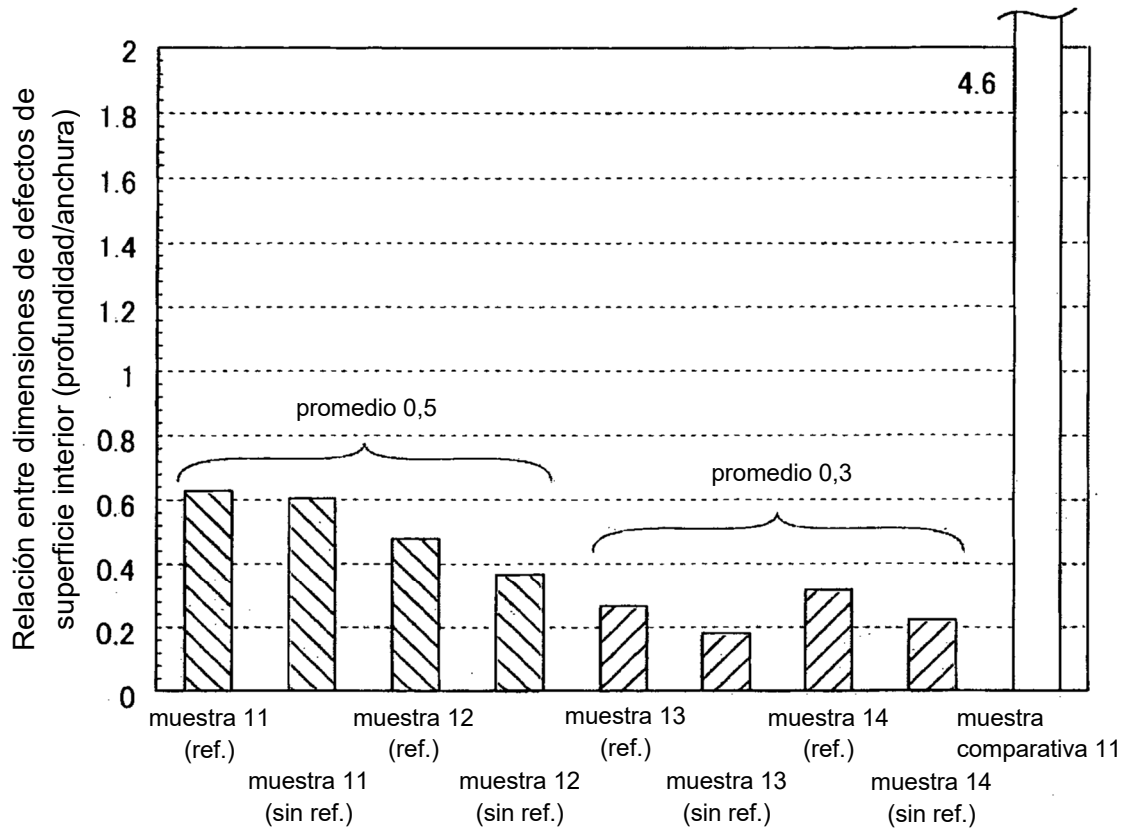


Fig. 5

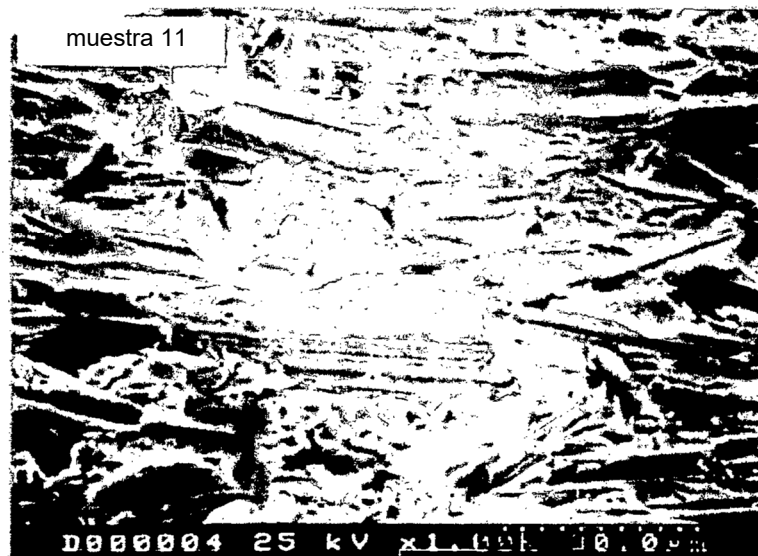


Fig. 6

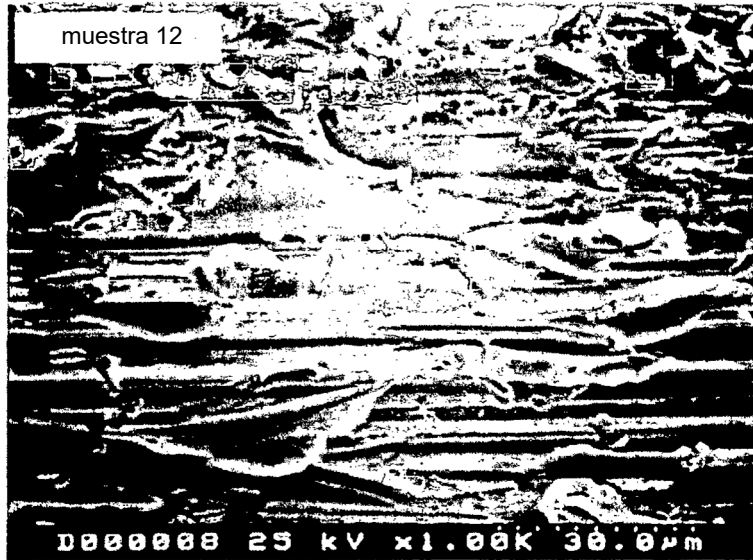


Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

