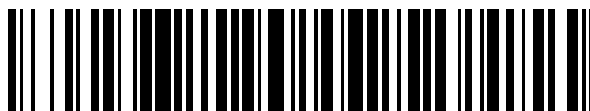


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 194**

51 Int. Cl.:  
**D02G 3/06** (2006.01)  
**D01D 5/42** (2006.01)  
**D01F 6/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10006252 .0**  
96 Fecha de presentación: **16.06.2010**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2290140**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **Hilo de torsión real de politetrafluoroetileno y método de producción del mismo**

30 Prioridad:  
**17.06.2009 JP 2009143995**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.07.2012**

73 Titular/es:  
**Yeu Ming Tai Chemical Industrial Co., Ltd.  
No. 11, 34th Road, Taichung Industrial Park  
Taichung, TW**

72 Inventor/es:  
**Huang, James;  
Chou, Chin-Chun;  
Chou, Chin-Cha y  
Kuo, Wen-I**

74 Agente/Representante:  
**Mir Plaja, Mireia**

ES 2 385 194 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

Hilo de torsión real de politetrafluoroetileno y método de producción del mismo

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un hilo de torsión real de politetrafluoroetileno (PTFE) y a un método de producción del mismo.

10 **[0002]** Debido a que las resinas de PTFE presentan una viscosidad de fusión extremadamente alta y no se disuelven en la mayoría de disolventes, las fibras, de PTFE, no se pueden producir usando métodos adoptados generalmente tales como la hilatura por extrusión de resinas fundidas y soluciones de resina. Por esta razón, convencionalmente se ha adoptado una variedad de métodos especiales de producción. La patente U.S. n.º 2.772.444 propone un método de producción de fibras de PTFE mediante hilatura en emulsión de una solución mixta de una solución de dispersión acuosa de partículas finas de PTFE y viscosa, seguida por la sinterización del PTFE a altas temperaturas para eliminar la viscosa por descomposición térmica. No obstante, el coste de producir fibras de PTFE usando este método es elevado, mientras que la resistencia de las fibras obtenidas es baja, y, por lo tanto, la resistencia de los productos obtenidos procesando las fibras como material de partida también es baja.

15 **[0003]** Las patentes U.S. n.º 3.953.566 y 4.187.390 proponen un método de obtención de fibras de PTFE mediante el corte de una película o lámina de PTFE a una anchura diminuta, seguido por el estiramiento de la cinta obtenida. No obstante, en relación con este método, resulta difícil mantener la anchura de la cinta obtenida por el corte de la película o lámina uniformemente en la dirección longitudinal. Además, una parte extrema de la cinta tiende a fibrilarse. Por estos motivos, algunas fibras se rompen durante una etapa de estiramiento de la cinta en un grado alto.

20 **[0004]** Además, los documentos JP 2004-244787 A y JP 2006-124899 A proponen un método de obtención de fibras de PTFE de alta resistencia mediante el corte de una película o lámina estirada de PTFE a una anchura diminuta, seguido por el estiramiento de la cinta obtenida. No obstante, de manera similar al método anterior, una parte extrema de la cinta tiende a fibrilarse, y como consecuencia, algunas fibras se rompen durante una etapa de estiramiento de la cinta en un alto grado.

25 **[0005]** Además, el documento JP H07-500386 A (EP-A-0 608236) da a conocer un hilo obtenido mediante enrollamiento helicoidal de una película o lámina de PTFE y haciendo que la película o lámina se pegue a sí misma. El hilo tiene una costura espiral en su superficie en la dirección longitudinal. No obstante, debido a que tiene una costura espiral en su superficie, este hilo se engancha con otros materiales fácilmente y también es vulnerable a la fricción. Además, la patente U.S. n.º 5.765.576 da a conocer un filamento de PTFE cuya área de superficie se incrementa por arrastre (*towing*) con el fin de conseguir que el filamento sea resistente a la fricción. No obstante, el problema de este filamento de PTFE es que presenta una sección transversal plana. En el documento EP-A-0768394 se da a conocer un hilo de PTFE según el preámbulo.

30 **[0006]** Cuando los hilos convencionales de torsión real de PTFE antes descritos se convierten en hilos para coser, los mismos se enganchan en la aguja de las máquinas de coser fácilmente ya que presentan juntas espirales en el lateral o tienen una sección transversal plana. Además, cuando los hilos convencionales de torsión real de PTFE se convierten en hilos dentales, debido a que los consumidores pueden que prefieran un hilo dental con una sección transversal circular, no pueden satisfacer dicha preferencia.

35 **[0007]** Con lo anterior en mente, la presente invención proporciona un hilo de torsión real de PTFE que tiene una sección transversal sustancialmente circular (redonda) y un método de producción del mismo.

40 **[0008]** El hilo de torsión real de PTFE de la presente invención es un hilo de torsión real de politetrafluoroetileno (PTFE), obtenido retorciendo un hilo cortado multi-filamento de PTFE. El hilo de torsión real de PTFE tiene una sección transversal circular con una circularidad en un intervalo de entre 10/8 y 10/10, en donde la circularidad se expresa mediante una relación entre el ancho de un eje mayor y el ancho de un eje menor de la sección transversal, una finura media de los filamentos está en un intervalo de entre 1,5 y 200 dtex, una finura D está en un intervalo de entre 50 y 6.000 dtex, y un coeficiente de torsión K expresado mediante la Fórmula (1) está en un intervalo de entre 10.000 y 35.000:

45 **[0008]** 
$$\text{coeficiente de torsión } K = \text{número de torsiones } T \times (\text{la finura } D \text{ del hilo de torsión real de PTFE})^{1/2} \dots (1)$$

50 donde el número de torsiones T indica el número de torsiones por metro y la finura D es una finura total. El número de Filamentos está en un intervalo de entre 10 y 200, y el hilo tiene una resistencia al estiramiento en un intervalo de entre 1,7 y 4,5 CN/dtex y una elongación en un intervalo de entre 3,5 y el 40%.

55 **[0009]** El método de producción de un hilo de torsión real de PTFE de la presente invención produce un hilo de torsión real de PTFE mediante retorcimiento de un hilo cortado multi-filamento de PTFE usando una máquina retorcedora de hilo. El hilo de torsión real de PTFE tiene una sección transversal circular con una circularidad en un intervalo de entre

10/8 y 10/10, donde la circularidad se expresa mediante una relación entre la anchura de un eje mayor y la anchura de un eje menor de la sección transversal, una finura media de los filamentos está en un intervalo de entre 1,5 y 200 dtex, una finura D está en un intervalo de entre 50 y 6.000 dtex, y un coeficiente de torsión K expresado mediante la Fórmula (1) está en un intervalo de entre 10.000 y 35.000. El número de Filamentos está en un intervalo de entre 10 y 200, y el hilo tiene una resistencia al estiramiento en un intervalo de entre 1,7 y 4,5 CN/dtex y una elongación en un intervalo de entre el 3,5 y el 40%.

**[0010]** Según la presente invención, mediante retorcimiento de un hilo cortado multi-filamento de PTFE, se produce un hilo de torsión real de PTFE que tiene una sección transversal circular, una finura D en el intervalo de entre 50 y 6.000 dtex y un coeficiente de torsión K en el intervalo de entre 10.000 y 35.000. De este modo, se puede obtener un hilo de torsión real adecuado, por ejemplo, como hilo para coser o hilo dental.

**[0011]** Además, puesto que en el método de producción de la presente invención se usa una máquina retorcedora de hilo, el hilo de torsión real de PTFE se puede producir de manera eficaz y estable a través de un proceso sencillo, con un coste relativamente bajo.

La FIG. 1 es un diagrama que muestra una estructura de red de un hilo cortado multi-filamento de PTFE que usa una película estirada uniaxialmente en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama que muestra una estructura de red de hilo cortado multi-filamento de PTFE que usa una película estirada biaxialmente en un ejemplo de la presente invención.

Las FIGS. 3A y 3B son diagramas que muestran diseños con relieve en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 4A es un diagrama de proceso que muestra esquemáticamente la aplicación de relieve en un ejemplo de la presente invención, y la FIG 4B es una vista en sección transversal y una vista parcial aumentada, en sección transversal, de un rodillo de aplicación de relieve.

La FIG. 5 es un diagrama que muestra una estructura de un hilo cortado multi-filamento de PTFE, corto, en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 6 es un diagrama de proceso que muestra un dispositivo de producción de hilos cortados multi-filamento de PTFE en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 7 es un diagrama que muestra una distribución de agujas implantadas en un rodillo de púas usado en la producción de un hilo cortado multi-filamento de PTFE en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 8 es una gráfica que muestra una distribución de la finura de los filamentos contenidos en un hilo cortado multi-filamento de PTFE, obtenido en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 9 es un dibujo trazado de una imagen de SEM (aumento 250×) de la sección transversal de un hilo de torsión real de PTFE, obtenido en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 10 es un dibujo explicativo del principio de torsión y suspensión en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 11 es una vista lateral esquemática que muestra una máquina retorcedora de hilo en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 12 es un dibujo explicativo de la direcciones de torsión en un ejemplo de la presente invención.

**[0012]** El hilo de torsión real de PTFE de la presente invención tiene una sección transversal circular. En la presente invención, el término "circular" se refiere a una forma sustancialmente circular. Así, dentro del significado del término "circular" se sitúa no solamente una forma perfectamente circular sino también una forma aproximadamente circular. La sección transversal circular tiene una circularidad en el intervalo de entre 10/8 y 10/10, que se expresa mediante la relación entre la anchura del eje mayor y la anchura del eje menor. Además, en términos de suprimir la aparición de pelusa, la circularidad está preferentemente en el intervalo de entre 10/9 y 10/10, y más preferentemente 10/10. En la presente invención, la "relación entre la anchura del eje mayor y la anchura del eje menor de la sección transversal" se mide de la manera siguiente.

**[0013]** El hilo de torsión real de PTFE de la presente invención es una composición de filamentos. Por ejemplo, tal como se muestra en la FIG. 9, el hilo 41 de torsión real de PTFE contiene una pluralidad de filamentos 42. En el hilo de torsión real de PTFE de la presente invención, el término "filamento" se refiere a una fibra que no se puede dividir más.

- 5 **[0014]** La finura media de los filamentos está en el intervalo de entre 1,5 y 200 dtex. Cuando la finura media de los filamentos se sitúa en este intervalo, es probable que el hilo de torsión real presente una sección transversal circular y es probable que el lateral del hilo resulte liso. Cuando la finura media de los filamentos es menor que 1,5 dtex, resulta menos probable obtener un hilo cortado multi-filamento de PTFE. Además, cuando la finura media de los filamentos es mayor que 200 dtex, es menos probable que se obtenga un hilo de torsión real con una sección transversal circular, y, desde el lateral del hilo, tienden a sobresalir filamentos con una gran finura. La finura media de los filamentos está preferentemente en el intervalo de entre 7,5 y 150 dtex y, más preferentemente en el intervalo de entre 20 y 40 dtex, puesto es más probable que se obtenga una sección transversal circular y es probable que el lateral del hilo sea liso.
- 10 **[0015]** Además, el número de los filamentos contenidos en el hilo de torsión real de PTFE está en el intervalo de entre 10 y 200 y, preferentemente, en el intervalo de entre 30 y 100. Cuando el número de los filamentos es 10 ó mayor, la finura de los filamentos no se hace demasiado grande, de manera que es probable que la sección transversal sea circular y también es probable que el lateral del hilo sea liso. Al mismo tiempo, cuando el número de los filamentos es 200 ó menor, la finura de los filamentos no resulta demasiado pequeña, de manera que es probable que la sección transversal sea circular y también es probable que el lateral del hilo resulte liso.
- 15 **[0016]** Además, la finura D del hilo de torsión real de PTFE está en el intervalo de entre 50 y 6.000 dtex y, preferentemente, en el intervalo de entre 400 y 3.200 dtex. Cuando la finura D está en este intervalo, el hilo de torsión real de PTFE resulta útil para hilos tales como hilo de coser e hilo dental. En la presente invención, la finura D se refiere a una finura total que se expresa en dtex.
- 20 **[0017]** Además, el coeficiente de torsión K del hilo de torsión real de PTFE expresado mediante la Fórmula (1) está en el intervalo de entre 10.000 y 35.000, y más preferentemente en el intervalo de entre 11.000 y 24.000. Cuando el coeficiente de torsión K es menor que 10.000, el hilo tiende a convertirse en un hilo de torsión denominado suelto, de manera que es menos probable que se obtengan una estructura de torsión firme y apretada y una sección transversal circular. Un hilo con un coeficiente de torsión K mayor que 35.000 es un hilo de torsión resistente, el cual requiere un coste de producción elevado y es menos probable que se obtenga una sección transversal circular. Además, existe una menor demanda comercial para el desarrollo de hilos de torsión resistentes con un coeficiente de torsión K mayor que 35.000.
- 25 **[0018]** En la presente invención, el hilo cortado multi-filamento de PTFE es una composición de filamentos y tiene una estructura de fibrillas. Cuando el hilo se extiende en la dirección de su anchura, los filamentos experimentan una desfibrilación parcial, formando así una estructura de red y/o ramificada. Las FIGS. 1 y 2 muestran ejemplos de la estructura de red. Los valores numéricos mostrados en la escala del lado izquierdo de las FIGS. 1 y 2 se encuentran en la unidad de cm. Aunque las celdas de la red varían en cuanto a tamaño y forma en función de la relación de estiramiento de una película de PTFE usada en la producción del hilo cortado multi-filamento de PTFE o la forma con relieve constituida durante la aplicación de relieve, en general, la estructura de red tiene una forma uniforme y estable. Como ejemplo, la longitud de los filamentos que forman la estructura de red se sitúa en el intervalo de entre 3 y 50 mm y, preferentemente, en el intervalo de entre 5 y 30 mm. Además, como ejemplo, el tamaño (eje mayor x eje menor) de una celda de red individual se sitúa en el intervalo de entre 10 mm x 7 mm y 50 mm x 20 mm.
- 30 **[0019]** El hilo de torsión real de PTFE de la presente invención se obtiene retorciendo el hilo cortado multi-filamento de PTFE. Por esta razón, de modo similar al hilo cortado multi-filamento de PTFE, cuando el hilo de torsión real de PTFE se extiende en la dirección de su anchura, los filamentos experimentan una desfibrilación parcial, formando de este modo una estructura de red y/o ramificada.
- 35 **[0020]** En la presente invención, el hilo cortado multi-filamento de PTFE puede ser un hilo cortado largo (al que se hará referencia en lo sucesivo en la presente como hilo cortado multi-filamento de PTFE, largo) o un hilo cortado corto (al que se hará referencia en lo sucesivo en la presente como hilo cortado multi-filamento de PTFE, corto). El hilo cortado multi-filamento de PTFE, largo, se refiere a un hilo cortado que tiene sustancialmente la misma longitud que una película de PTFE que se va a usar en la producción del hilo cortado multi-filamento de PTFE. Aunque la longitud de la película de PTFE no está limitada de manera particular, resulta práctico que la longitud se sitúe en el intervalo de aproximadamente entre 1.000 y 10.000 m, por ejemplo.
- 40 **[0021]** Además, el hilo cortado multi-filamento de PTFE, corto, se obtiene cortando el hilo cortado multi-filamento de PTFE, largo, que tiene una estructura de red, a una longitud dada perpendicularmente con respecto a la dirección longitudinal. La longitud del hilo cortado multi-filamento de PTFE, corto, no está limitado de manera particular, aunque se sitúa preferentemente en el intervalo de entre 10 y 60 mm, y más preferentemente en el intervalo de entre 20 y 40 mm. Tal como puede observarse a partir de la FIG. 5, el hilo cortado multi-filamento 4 de PTFE, corto, tiene una estructura ramificada en la medida en la que la estructura de red llega a romperse parcialmente.
- 45 **[0022]** En el hilo cortado multi-filamento de PTFE de la presente invención, el término "filamento" se refiere a una fibra que no se puede dividir más. Por ejemplo, en el hilo cortado multi-filamento de PTFE, largo, mostrado en las FIGS. 1 y 2, las fibras individuales 2 que forman la estructura de red son todas ellas filamentos. Y en el hilo cortado multi-filamento

de PTFE, corto, mostrado en la FIG. 5, las fibras ramificadas 5a a 5f y una fibra de la cadena principal 6 son todas ellas filamentosos.

5 **[0023]** El hilo cortado multi-filamento de PTFE es preferentemente un hilo cortado multi-filamento de PTFE que tiene una distribución de finura de los filamentos aproximadamente normal y una uniformidad elevada de la finura. En este caso, la "distribución aproximadamente normal de la finura" se refiere a una distribución tal que, entre un número de muestras de medición (filamentos), el número de muestras en la región de la finura media es el más alto y el número de muestras decrece gradualmente a medida que nos alejamos de la finura media.

10 **[0024]** El hilo cortado multi-filamento de PTFE tiene preferentemente una forma plana, un espesor en el intervalo de entre 1,5 y 150  $\mu\text{m}$  y una relación entre el grosor y la anchura en el intervalo de entre 1/3 y 1/300. A partir de un hilo cortado multi-filamento de PTFE de este tipo, es probable que se obtenga un hilo de torsión real que tiene una sección transversal circular. Además, es más preferible que el hilo cortado multi-filamento de PTFE tenga un espesor en el intervalo de entre 15 y 150  $\mu\text{m}$  y una relación entre el espesor y la anchura en el intervalo de entre 1/3 y 1/300 debido a que es más probable obtener una sección transversal circular.

15 **[0025]** Por ejemplo, un método mediante el cual se puede obtener el hilo cortado multi-filamento de PTFE es el siguiente, aunque sin limitarse particularmente al mismo.

20 (1) Después de cortar una película de PTFE a una cierta anchura diminuta, la película cortada se estira y a continuación se desfibrila usando un rodillo giratorio con agujas implantadas (rodillo de púas) (a lo que, en lo sucesivo, se hará referencia también en la presente como hilo cortado multi-filamento de PTFE, sin relieves).

25 (2) Después de cortar una película de PTFE a una cierta anchura diminuta, la película cortada se estira, se le aplica un relieve y a continuación se desfibrila usando un rodillo giratorio con agujas implantadas (a lo que, en lo sucesivo, se hará referencia también como hilo cortado multi-filamento de PTFE, con relieve). Es preferible el punto (2) debido a que resulta probable obtener un hilo cortado multi-filamento de PTFE que presente una distribución aproximadamente normal de finura de los filamentos y una uniformidad alta de la finura.

30 **[0026]** Por ejemplo, el hilo cortado multi-filamento de PTFE, con relieve, se puede producir usando procesos, aunque sin limitarse a los mismos, que incluyen una variedad de etapas de la manera siguiente.

(1) película de PTFE original  $\rightarrow$  corte  $\rightarrow$  estiramiento  $\rightarrow$  aplicación de relieves  $\rightarrow$  separación de fibras por desfibrilación

35 (2) película de PTFE original  $\rightarrow$  corte  $\rightarrow$  estiramiento  $\rightarrow$  aplicación de relieves  $\rightarrow$  tratamiento con calor  $\rightarrow$  separación de fibras por desfibrilación

(3) película de PTFE original  $\rightarrow$  corte  $\rightarrow$  tratamiento con calor  $\rightarrow$  estiramiento  $\rightarrow$  aplicación de relieves  $\rightarrow$  separación de fibras por desfibrilación

40 Obsérvese que el corte se puede realizar después de que película de PTFE original haya sido estirada.

**[0027]** El hilo cortado multi-filamento de PTFE sin relieves se puede producir de una manera similar al hilo cortado multi-filamento de PTFE con relieves, excepto que no se realiza la aplicación de relieves.

45 **[0028]** La película de PTFE original se puede producir usando un método conocido convencionalmente. Por ejemplo, la película de PTFE original se obtiene extruyendo una masa extruida continua con forma de vigueta, barra o lámina a través de un proceso de extrusión de pasta con el uso de un polvo fino de PTFE y aceite de petróleo como adyuvante de la extrusión, seguido por un calandrado de la masa extruida para obtener una forma pelicular con el uso de un conjunto de rodillos de calandrado y la realización de una extracción con calentamiento o disolventes para eliminar el adyuvante de la extrusión de la película calandrada. Por ejemplo, el polvo fino de PTFE se puede obtener por polimerización en emulsión, aunque sin limitarse particularmente a esta última.

50 **[0029]** En general, la relación de mezcla de masas del polvo fino de PTFE con respecto al adyuvante de la extrusión se sitúa en el intervalo de entre 80:20 y 77:23, y la relación de reducción (RR) en la extrusión de la pasta es de 300:1 ó menor. Además, el calentamiento se adopta en muchos casos para eliminar el adyuvante de la extrusión, y la temperatura es preferentemente 300  $^{\circ}\text{C}$  o menor, y particularmente está en el intervalo de entre 250 y 280  $^{\circ}\text{C}$ .

**[0030]** El hilo cortado multi-filamento de PTFE se estira preferentemente aumentando 4 veces o más en la dirección longitudinal en el estado del hilo pelicular y/o cortado. Esto se hace para incrementar la resistencia.

60 **[0031]** La película de PTFE original es una película no estirada o una película estirada. Es preferible una película estirada puesto que presenta una mayor resistencia.

- 5 [0032] Además, la película de PTFE original se puede estirar uniaxial o biaxialmente. En el caso del estiramiento uniaxial, la relación de estiramiento en la dirección longitudinal de la película (LD) es de 4 veces o mayor y preferentemente 6 veces o mayor. La resistencia de un hilo cortado multi-filamento de PTFE que se obtenga se incrementa a medida que la relación de estiramiento se fija a un valor más alto.
- 10 [0033] En el caso del estiramiento biaxial, la relación de estiramiento en LD es 4 veces o mayor y preferentemente 6 veces o mayor. La relación de estiramiento en la dirección de anchura de la película (TD), perpendicular a LD, está en el intervalo de entre 1,5 y 15 veces, y preferentemente en el intervalo de entre 2 y 3 veces.
- 15 [0034] El estiramiento biaxial puede ser un estiramiento simultáneo en el que la película se estira simultáneamente en LD y TD, o un estiramiento de dos fases en el que la película primero se estira en LD y, a continuación, se estira en TD. A partir de la desfibrilación de una película estirada biaxialmente se pueden obtener fibras de PTFE de una densidad relativamente baja, lo cual permite una reducción del precio de las fibras y los productos fabricados por unidad de masa.
- 20 [0035] En general, el tratamiento con calor de la película de PTFE se realiza a una temperatura en el intervalo de entre 327 y 450 °C. El tratamiento con calor se puede realizar a una temperatura en el intervalo de entre 327 y 350 °C, a una temperatura en el intervalo de entre 350 y 450 °C durante un periodo de tiempo extremadamente corto para semi-sinterizar la película, o a una temperatura en el intervalo de entre 350 y 450 °C para sinterizar la película. Aunque la película de PTFE estirada que se va a desfibrilar puede ser cualquiera de entre películas no sinterizadas, semi-sinterizadas y sinterizadas, es preferible una película semi-sinterizada o sinterizada en términos de su facilidad de manipulación puesto que es menos probable que la misma se aglomere. Además, la película de PTFE estirada que se va a desfibrilar presenta un espesor en el intervalo de entre 1,5 y 150 µm, y preferentemente en el intervalo de entre 15 y 150 µm.
- 25 [0036] A la película de PTFE se le aplica preferentemente un relieve, y más preferentemente un relieve linealmente en la dirección longitudinal y/o un relieve en una forma de zigzag o cóncavo-convexa en la dirección de su anchura. Cuando una película de este tipo se convierte en un hilo cortado multi-filamento de PTFE, es probable que se obtenga una estructura de red uniforme y alineada. Además, cuando se obtiene un hilo de torsión real retorciendo un hilo cortado de este tipo, es probable que la sección transversal del hilo de torsión resulte circular.
- 30 [0037] Un diseño con relieve puede ser lineal en la dirección longitudinal de una película de PTFE estirada y continuo en las direcciones tanto longitudinal como de su anchura. El paso entre las crestas de la forma de zigzag o cóncavo-convexa en el relieve lineal está preferentemente en el intervalo de entre 0,1 y 1,5 mm, y más preferentemente en el intervalo de entre 0,2 y 1,0 mm, y es particularmente preferible cuando el paso está en el intervalo de entre 0,3 y 0,7 mm. La diferencia de altura (diferencia entre la parte superior y la parte inferior) de la forma de zigzag o cóncavo-convexa en el relieve lineal está preferentemente en el intervalo de entre 0,2 y 1 mm, y más preferentemente en el intervalo de entre 0,3 y 0,8 mm. Un diseño de este tipo se puede formar usando un rodillo de aplicación de relieve.
- 35 [0038] En la presente invención, el término "lineal" del relieve lineal no es lineal en el sentido estricto, y únicamente es necesario que sea lineal hasta un nivel tal que se mejore la trabajabilidad del relieve y su significado debería considerarse en sentido amplio.
- 40 [0039] Son ejemplos de diseños con relieve preferidos de la presente invención los mostrados en las FIGS. 3A a 3B. La FIG. 3A muestra un ejemplo en el que en una cara de una película de PTFE estirada se forman marcas con relieve. Estas marcas se pueden formar aumentando la dureza de un rodillo elástico 32 (rodillo de goma) descrito en la FIG. 4 y reduciendo la carga lineal. La FIG. 3B muestra un ejemplo en el que en ambas caras de una película de PTFE estirada se forman marcas con relieve. Estas marcas se pueden formar reduciendo la dureza del rodillo elástico 32 (rodillo de goma) descrito en la FIG. 4, y aumentando la carga lineal. En las FIGS. 3A a 3B, la flecha LD indica la dirección longitudinal (dirección de recogida) de la película estirada, y la flecha TD indica la dirección de anchura de la película.
- 45 [0040] La FIG. 4A es un diagrama de proceso que muestra esquemáticamente un proceso de aplicación de relieve en un ejemplo de la presente invención. Un rodillo de aplicación de relieve 33 de un dispositivo de aplicación de relieve 30 está compuesto por un rodillo de acero 31 sobre el cual se graba un diseño predeterminado de zigzag o cóncavo-convexo, y el rodillo elástico 32. El rodillo elástico 32 puede ser un rodillo de papel comprimido, un rodillo de algodón comprimido o un rodillo de goma con elasticidad. Desde un alimentador 34 se alimenta una película de PTFE. Al pasar entre el rodillo de acero 31 y el rodillo elástico 32 del rodillo de aplicación de relieve 33, a la película de PTFE se le proporciona el diseño y la misma se recoge por medio de un dispositivo de recogida 35. La carga lineal del rodillo de aplicación de relieve durante el proceso de aplicación de relieve está preferentemente en el intervalo de entre 0,1 y 1,5 kg/cm. La temperatura a la cual se realiza el proceso de aplicación de relieve puede ser a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C).
- 50 [0041] La FIG. 4B es una vista en sección transversal y una vista aumentada en sección transversal del rodillo de aplicación de relieve de acero 31. En este ejemplo, el rodillo de aplicación de relieve tiene una superficie en zigzag, un
- 55
- 60

paso X entre las crestas se fija dentro del intervalo de entre 0,1 y 1,5 mm, una diferencia en la altura Y se fija dentro del intervalo de entre 0,2 y 1 mm, y un ángulo de zigzag  $\theta$  se fija dentro del intervalo de entre 15 y 60 °.

5 [0042] Desfibrilando la película de PTFE estirada o película de PTFE estirada con relieve (a la que en lo sucesivo se  
 hará referencia en la presente como película de PTFE con relieve) con el uso de un rodillo giratorio con agujas  
 implantadas (rodillo de púas) o un par de rodillos de púas, se obtiene un hilo cortado multi-filamento de PTFE, largo, que  
 presenta una estructura de red. En este momento, se usan los rodillos de púas cuyas agujas tienen un diámetro en el  
 intervalo de entre 0,3 y 0,8 mm y una longitud en el intervalo de entre 0,5 y 5 mm. La densidad de las agujas  
 10 implantadas está en el intervalo de entre 3 y 25 agujas/cm<sup>2</sup>, preferentemente en el intervalo de entre 3 y 15 agujas/cm<sup>2</sup>,  
 y más preferentemente en el intervalo de entre 4 y 10 agujas/cm<sup>2</sup>. Al mismo tiempo, cuando la densidad de las agujas  
 implantadas es mayor que 25 agujas/cm<sup>2</sup>, es menos probable que se obtenga un hilo cortado multi-filamento de PTFE,  
 largo, aunque es probable que se obtenga un hilo cortado multi-filamento de PTFE, corto, de aproximadamente entre 50  
 y 200 mm. Aunque la FIG. 7 muestra un ejemplo de distribución preferida de agujas implantadas en la superficie del  
 15 rodillo de púas, la distribución no se limita a este ejemplo. La velocidad periférica de rotación del rodillo de agujas está  
 en el intervalo de entre 50 y 500 m/minuto, y preferentemente en el intervalo de entre 60 y 300 m/minuto. La velocidad  
 de alimentación de la película está en el intervalo de entre 10 y 100 m/minuto, y preferentemente en el intervalo de entre  
 20 y 60 m/minuto.

20 [0043] En particular, desfibrilando la película de PTFE con relieve, es posible desfibrilar una película ancha fácilmente  
 incluso en los extremos sin aplicar una fuerza de fibrilación indebida. Además, se forma una estructura de red uniforme  
 mediante filamentos. Obsérvese que el diseño sobre el rodillo de aplicación de relieve no permanece en el hilo cortado  
 multi-filamento de PTFE obtenido mediante desfibrilación de la película de PTFE con relieve.

25 [0044] Mediante el retorcimiento (a lo que en lo sucesivo se hará referencia también en la presente como aplicación de  
 torsión) del hilo cortado multi-filamento de PTFE con el uso de una máquina retorcedora de hilo, se obtiene el hilo de  
 torsión real de PTFE de la presente invención.

30 [0045] Existen varias máquinas retorcedoras de hilo, tales como una máquina retorcedora de hilo de anillos, una  
 máquina retorcedora de hilo de tipo italiano, una retorcedora de recorrido ascendente y una máquina envolvedora de  
 doble torsión, y, para la aplicación de torsión, se puede usar cualquiera de las máquinas retorcedoras de hilo. Como  
 ejemplo, se explicará el principio de una máquina retorcedora de hilo de anillos en referencia a las FIGS. 10A a 10B. Un  
 hilo cortado multi-filamento de PTFE, individual, o una pluralidad de los mismos 51 es recogido por un carrete 55 a  
 través de una guía de hilo en forma de caracol (*snail wire*) 52 y un cursor 53 en un anillo 54. El numeral de referencia 56  
 35 indica una cinta para transferir una fuerza de rotación y el 57 indica un eje. El cursor 53 es una pieza metálica en forma  
 de C y está montado en el reborde del anillo 54. Cuando el carrete 55 gira, el cursor 53 es tirado por los hilos y se  
 desliza sobre el anillo 54 a una velocidad de rotación ligeramente menor a la del carrete 55, retorciendo así los hilos  
 cortados multi-filamento de PTFE 51. Existe una diferencia en la velocidad de rotación entre el carrete 55 y el cursor 53  
 en la magnitud correspondiente a la longitud de los hilos cortados multi-filamento de PTFE 51 enviados desde el lado  
 superior, y el hilo cortado multi-filamento de PTFE 51 es recogido por el carrete 55 según esta longitud.

40 [0046] La FIG. 11 es una vista lateral esquemática explicativa de una máquina retorcedora de hilo de anillos 60 cuando  
 se está retorciendo una pluralidad de hilos cortados multi-filamento de PTFE. Los hilos cortados multi-filamento de PTFE  
 62 extraídos a partir de una pluralidad de carretes de hilo cortado 61a a 61d se hacen converger por medio de una guía  
 63 de hilos y son recogidos por un carrete 68 a través de un par de rodillos 64a, 64b de presión, una guía de hilo en  
 45 forma de caracol 65 y un cursor 66 en un anillo 67.

[0047] Las FIGS. 12A a 12D muestran direcciones de torsión en un ejemplo de la presente invención. La FIG. 12A  
 muestra un ejemplo de un hilo individual con torsión Z (compuesto por un único hilo cortado multi-filamento de PTFE) y  
 la FIG. 12B muestra un ejemplo de un hilo individual con torsión S. Se puede usar cualquier dirección de torsión. Las  
 50 FIGS. 12C a 12D muestran un ejemplo de un hilo de varios cabos (compuesto por una pluralidad de hilos cortados multi-  
 filamento de PTFE) y la FIG. 12C muestra un ejemplo de torsión S inferior y torsión S superior. La FIG. 12D es un  
 ejemplo de torsión S inferior y torsión Z superior. El hilo de varios cabos no se limita a una hebra doble y se puede  
 combinar cualquier número de hilos.

55 [0048] El hilo de torsión real de PTFE de la presente invención es preferentemente un hilo único compuesto por un hilo  
 cortado multi-filamento de PTFE, individual, debido a que se puede producir a través de un proceso sencillo y además  
 se pueden reducir los costes. En el caso de un hilo individual de este tipo, la finura D del hilo cortado multi-filamento de  
 PTFE se sitúa en el intervalo de entre 50 y 6.000 dtex y, preferentemente, en el intervalo de entre 400 y 3.200 dtex.  
 Cuando el hilo de torsión real de PTFE contiene dos o más hilos cortados multi-filamento de PTFE, la finura total D de la  
 60 totalidad de los hilos cortados multi-filamento de PTFE contenidos en el hilo de torsión real de PTFE puede situarse en  
 el intervalo de entre 50 y 6.000 dtex y, preferentemente, en el intervalo de entre 400 y 3.200 dtex.

[0049] En la presente invención, la torsión del hilo de torsión real de PTFE se fija preferentemente por calentamiento.  
 Por ejemplo, es preferible que la torsión se fije por sinterización o semi-sinterización del hilo de torsión real de PTFE a

entre 340 y 500 °C y durante entre 5 y 120 segundos, preferentemente a entre 350 y 470 °C y durante entre 8 y 60 segundos. Además, la torsión se fija preferentemente en el estado de longitud fija o el estado de estiramiento del 10% o menor.

5 **[0050]** El hilo de torsión real de PTFE presenta además unas excelentes propiedades de resistencia y elongación. La resistencia se sitúa en el intervalo de entre 1,7 y 4,5 cN/dtex y preferentemente en el intervalo de entre 2,0 y 4,2 cN/dtex. Además, la elongación se sitúa en el intervalo de entre el 3,5 y el 40% y, preferentemente en el intervalo de entre el 4,0 y el 30%.

10 **[0051]** El hilo de torsión real de PTFE de la presente invención se puede procesar para obtener productos de aplicación de los cuales se requiere que presenten propiedades tales como resistividad térmica y estabilidad química. Entre los ejemplos de los productos de aplicación se incluye un hilo de coser para un filtro. Alternativamente, el hilo de torsión real de PTFE se puede aplicar como hilo dental, del cual se requiere que presente una alta lubricidad.

### 15 **Ejemplos**

**[0052]** En lo sucesivo, en este documento se describirá más específicamente la presente invención por medio de ejemplos. Obsérvese que la presente invención no se limita a los siguientes ejemplos.

20 **[0053]** En primer lugar, se explicarán métodos de medición usados en Ejemplos de la presente invención.

#### **<Finura>**

25 **[0054]** La finura D de cada hilo de torsión real de PTFE se mide basándose en la JIS L-1013.

#### **<Finura media de los filamentos>**

30 **[0055]** La finura media de los filamentos de cada hilo de torsión real de PTFE se midió en concordancia con la JIS L-1013. Específicamente, la finura media de los filamentos se determinó de la manera siguiente. En primer lugar, en concordancia con la JIS L-1015 8.5.2, se prepararon muestras de hilo de torsión real de PTFE para su observación microscópica. A continuación, las muestras de hilo de torsión real de PTFE preparadas se observaron con un microscopio (aumento: 100×). Con respecto a 50 filamentos contenidos en cada hilo de torsión real de PTFE, se obtuvieron microfotografías de sección transversal de los filamentos respectivos y, a continuación, las microfotografías se procesaron usando un programa de software de ordenador de medición de imágenes ("APOLLO", número de modelo: MML-3400, fabricado por Taiwan Textile Research Institute (TTRI)).

#### **<Número de torsiones T>**

40 **[0056]** El número de torsiones T de cada hilo de torsión real de PTFE se midió en concordancia con la JIS L-1013 (A).

#### **<Relación entre la anchura del eje mayor y la anchura del eje menor de la sección transversal (circularidad)>**

45 **[0057]** La relación entre la anchura del eje mayor y la anchura del eje menor de la sección transversal de cada hilo de torsión real de PTFE se determinó de la manera siguiente. De modo similar a la medición de la finura media de los hilos de torsión real de PTFE, descrito anteriormente, se obtuvieron microfotografías de sección transversal de hilos de torsión real de PTFE y, a continuación, las microfotografías se procesaron usando un programa de software de ordenador de medición de imágenes similar al mencionado anteriormente. El diámetro mayor se definió como la anchura del eje mayor y el diámetro más corto se definió como anchura del eje menor.

#### **<Resistencia y elongación>**

50 **[0058]** La resistencia y la elongación de cada hilo de torsión real de PTFE se midieron en concordancia con la JIS L-1013 (A). Específicamente, usando un dispositivo para ensayos de tracción con estiramiento a velocidad constante, con una separación inicial de las mordazas de 30 cm, se midieron la resistencia al estiramiento (cN) y la elongación (%) a una velocidad de tracción de 30 cm/minuto. La resistencia al estiramiento y la elongación en el pico de la curva obtenida de Esfuerzo-Deformación se definieron respectivamente como la resistencia (cN/dtex) y la elongación (%).

#### **(Producción de película original de PTFE)**

60 **[0059]** Se obtuvo una barra circular con un diámetro de 17 mm mezclando 80 partes en masa de un polvo fino de PTFE obtenido a partir de polimerización en emulsión y 20 partes en masa de nafta, y sometiendo la mezcla a una extrusión de pasta a través de una matriz con un ángulo de 60° con una RR de 80:1. La masa extruida se sometió a calandrado entre un par de rodillos con un diámetro de 500 mm, seguido por la eliminación de la nafta a una temperatura de 260 °C.



La película de PTFE original obtenida tenía una longitud de aproximadamente 250 m, un espesor de 0,2 mm y una anchura de aproximadamente 125 mm.

#### (Ejemplo 1)

5

[0060] Se obtuvo una película de PTFE que tenía un espesor de 0,2 mm y una anchura de 25 mm cortando la película de PTFE original obtenida en el proceso antes descrito. Después de esto, la película de PTFE obtenida se estiró aumentando 20 veces en LD para obtener una película de PTFE estirada que tenía un espesor de 0,04 mm y una anchura de 5 mm. Seguidamente, usando un rodillo de aplicación de relieve que presentaba un diseño de relieve mostrado en la FIG. 3A y un dispositivo de la FIG. 4, se formó un diseño de zigzag sobre la película de PTFE estirada para obtener una película de PTFE con relieve. En el diseño de zigzag, el paso X entre crestas era de 0,5 mm, la diferencia en altura Y era 0,6 mm y el ángulo de zigzag  $\theta$  era 45°.

10

[0061] La carga lineal del rodillo de aplicación de relieve durante el proceso de aplicación de relieve fue de 0,8 kg/cm. A la película se le aplicó relieve de manera continua y total en las direcciones longitudinal y de su anchura.

15

[0062] A continuación, la película de PTFE con relieve se envió a un rodillo giratorio con agujas implantadas, para desfibrilar la película. La FIG. 6 muestra un dispositivo de producción de hilos cortados multi-filamento de PTFE en el presente ejemplo. En el dispositivo 10 de producción, la película 12 de PTFE con relieve se alimentó desde un rodillo 11 de alimentación de película, y la película 12 de PTFE con relieve se desfibriló por medio de un rodillo giratorio 15 con agujas implantadas compuesto por un rodillo giratorio 13 con agujas (púas) 14 que se implantaron en su superficie para obtener fibras 16 con estructura de red. Las fibras 16 se recogieron por medio de un dispositivo 18 de recogida después de pasar a través de una guía 17. Durante la desfibrilación, la velocidad periférica del rodillo de púas fue de 200 m/minuto y la velocidad de alimentación de la película fue de 30 m/minuto.

20

25

[0063] En relación con el rodillo giratorio 15 con agujas implantadas (rodillo de púas), la densidad de las agujas fue de 6 agujas/cm<sup>2</sup>, la longitud de las agujas fue de 5 mm y el diámetro del rodillo fue de 50 mm. La distancia entre las agujas A<sub>0</sub> y B<sub>0</sub> (dirección del eje) mostrada en la FIG. 7 se fijó a 3 mm, la distancia entre A<sub>0</sub> y A<sub>1</sub> en una dirección lateral (dirección del eje) se fijó a 0,5 mm y la distancia entre A<sub>0</sub> y A<sub>1</sub> en una dirección vertical (dirección de la circunferencia) se fijó a 3 mm. De A<sub>0</sub> a A<sub>4</sub> eran oblicuas a intervalos regulares y las filas que comienzan respectivamente desde A<sub>4</sub> y B<sub>0</sub> eran también oblicuas a intervalos regulares.

30

[0064] La finura D del hilo cortado multi-filamento de PTFE, obtenido, fue de 1.500 dtex. La FIG. 1 muestra una estructura de red cuando el hilo cortado multi-filamento de PTFE se extiende en la dirección de su anchura. El tamaño de cada celda de la red se situó, cuando se expresó con eje mayor  $\times$  eje menor, en el intervalo de entre 12 mm  $\times$  8 mm y 35 mm  $\times$  20 mm. En la FIG. 1, la flecha LD indica la dirección longitudinal de la película (dirección de recogida).

35

[0065] Posteriormente, se aplicó una torsión real (torsión Z, 450 T/m) al hilo cortado multi-filamento de PTFE para obtener un hilo de torsión real de PTFE.

40

[0066] La FIG. 9 es un dibujo trazado de una imagen en sección transversal que muestra la sección transversal del hilo de torsión real de PTFE del Ejemplo 1 obtenido según se ha descrito anteriormente. Tal como puede observarse a partir de la FIG. 9, el hilo de torsión real de PTFE del Ejemplo 1 presentaba una sección transversal aproximadamente circular (redonda) como el hilo cortado multi-filamento de PTFE que estaba siendo retorcido. Con respecto al hilo de torsión real de PTFE del Ejemplo 1, la sección transversal presentaba una circularidad de 10/10, el número de los filamentos 42 era 80, la finura D era 1.500 dtex y el coeficiente de torsión K era 17428. Además, el hilo de torsión real de PTFE presentaba una resistencia de 3,0 cN/dtex y una elongación del 6,67%.

45

#### (Ejemplos 2 a 4)

50

[0067] Usando hilos cortados multi-filamento de PTFE obtenidos en las condiciones mostradas en la Tabla 1, se obtuvieron hilos de torsión real de PTFE de los Ejemplos 2 a 4 de una manera similar al Ejemplo 1 excepto que a los mismos se les aplicó una torsión Z con el número de torsiones mostrado en la Tabla 1. La FIG. 2 muestra una estructura de red cuando el hilo cortado multi-filamento de PTFE usado en la producción del hilo de torsión real de PTFE del Ejemplo 2 se extiende en la dirección de su anchura. La relación del eje mayor con respecto al eje menor de cada celda de la red era aproximadamente de 1:1.

55

#### (Ejemplos comparativos 1 a 3)

60

[0068] Usando hilos cortados multi-filamento de PTFE obtenidos en las condiciones mostradas en la Tabla 1, se obtuvieron hilos de torsión real de PTFE de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 de una manera similar al Ejemplo 1 excepto que a los mismos se les aplicó una torsión Z con el número de torsiones mostrado en la Tabla 1.

5 **[0069]** La Tabla 1 proporciona las condiciones de producción, el espesor y la relación entre espesor y anchura de los hilos cortados multi-filamento de PTFE usados en los Ejemplos 1 a 4 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3, así como la circularidad, la finura media de los filamentos (dtex), el número de torsiones T (T/m), la finura D (dtex), el número de filamentos, el coeficiente de torsión K, la resistencia (cN/dtex) y la elongación (%) de cada uno de los hilos de torsión real de PTFE de los Ejemplos 1 a 4 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3, medidos según se ha descrito anteriormente.

**[Tabla 1]**

		Ejemplo				Ejemplo Comparativo		
		1	2	3	4	1	2	3
Hilo cortado multi-filamento de PTFE	Relación de estiramiento de la película de PTFE (veces)	LD: 20	LD: 15 TD:2	LD: 30	LD: 30	LD: 20	ID: 30	LD: 30
	Condiciones de aplicación del relieve							
	Paso X (mm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Diferencia de altura Y (mm)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	Ángulo de zigzag $\theta$ (°)	45	45	45	45	45	45	45
	Carga lineal (kg/cm)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	Condiciones de desfibrilación							
	Rodillo de púas							
	Diámetro (mm)	50	50	50	50	50	50	50
	Longitud de las agujas (mm)	5	5	5	5	5	5	5
	Densidad de las agujas implantadas (agujas/cm <sup>2</sup> )	6	6	6	6	6	6	6
	Distancia entre agujas en la dirección del eje (mm)	3	3	3	3	3	3	3
	Distancia entre agujas en la dirección lateral (mm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Distancia entre agujas en la dirección vertical (mm)	3	3	3	3	3	3	3
	Velocidad circunferencial (m/minuto)	200	200	130	130	70	100	60
Velocidad de alimentación de la película (m/minuto)	30	30	30	30	40	30	50	
Hilo de torsión real de PTFE	Circularidad	10/10	10/10	10/9	10/9	10/7	10/7	10/7
	Finura media de los filamentos (dtex)	19	21	29	28	188	37	300
	Número de torsiones T (T/m)	450	450	300	600	232	1000	450
	Finura D (dte)	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
	Número de filamentos	80	70	52	53	8	41	5
	Coficiente de torsión K	17428	17428	11618	23238	9000	38729	17428
	Resistencia (cN/dtex)	3,0	3,4	2,4	2,3	3,8	3,6	3,3
Elongación (%)	6,67	5,67	12,85	16,26	4,55	4,28	5,31	

10

15

**[0070]** Después de fijar la torsión de los hilos de torsión real de PTFE de los Ejemplos 1 a 4 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3 por calentamiento a las temperaturas mostradas en la Tabla 2, se efectuaron ensayos de costura. Específicamente, los ensayos de costura se efectuaron de la manera siguiente. Usando una máquina de coser industrial de alta velocidad ("CONSEW", modelo: 206RB-3), se efectuó un cosido continuo durante 10 minutos a una velocidad de 2.000 puntadas/minuto. Se observaron la presencia o ausencia de rotura del hilo y la condición de la costura acabada, y los resultados se determinaron de la manera siguiente.

A: Sin rotura del hilo y una buena condición de la costura acabada

B: Rotura del hilo y mala condición de la costura acabada

20

25

**[0071]** Obsérvese que la Tabla 2 proporciona también los resultados de ensayos de costura de los Ejemplos Comparativos I a III usando hilos de torsión real monofilamento de PTFE. En el Ejemplo Comparativo I, se usó un hilo de torsión real monofilamento de PTFE que presentaba una circularidad de 10/4, una finura de los filamentos de 1.500 dtex, un número de torsiones de 450 y un coeficiente de torsión K de 17428. La torsión se fijó sometiendo el hilo a un tratamiento térmico a 450 °C. En el Ejemplo Comparativo II, se usó un hilo de torsión real monofilamento de PTFE que presentaba una circularidad de 10/4, una finura de los filamentos de 1.500 dtex, un número de torsiones de 450 y un coeficiente de torsión K de 17428. La torsión se fijó sometiendo el hilo a un tratamiento térmico a 425 °C. En el Ejemplo

Comparativo III, se usó un hilo de torsión real monofilamento de PTFE que presentaba una circularidad de 10/5, una finura de los filamentos de 1.500 dtex, un número de torsiones de 300 y un coeficiente de torsión K de 11618. La torsión se fijó sometiendo el hilo a un tratamiento térmico a 450 °C.

5

[Tabla 2]

	Ejemplo					Ejemplo Comparativo					
	1	2	3	3	4	1	2	3	I	II	III
Temperatura del tratamiento térmico (°C)	450	450	425	450	450	450	450	450	450	425	450
Ensayo de costura	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B

10

[0072] Tal como puede observarse a partir de la Tabla 2, el uso de los hilos de torsión real de PTFE de los Ejemplos 1 a 4 no dio como resultado ninguna rotura del hilo y sí una buena condición de la costura acabada aun cuando la misma se efectuó con una máquina de coser de alta velocidad. Por contraposición, el uso de los hilos de torsión real de PTFE de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 y los hilos de torsión real monofilamento de PTFE de los Ejemplos Comparativos I a III dio como resultado rotura del hilo y una mala condición de la costura acabada.

15

[0073] Además, los resultados de usar los hilos de torsión real de PTFE de los Ejemplos 1 a 4 como hilos dentales han revelado que los mismos son adecuados para un hilo dental ya que resulta sencillo agarrarlos con los dedos y no generar pelusa.

20

[0074] Además de las aplicaciones antes descritas, el hilo de torsión real de PTFE de la presente invención es también útil como hilo de coser para miembros laminares, tales como un fieltro de alta resistencia térmica, un separador para baterías y un filtro de bolsa, o miembros prepreg (*prepregnation*).

**Descripción de los numerales de referencia**

[0075]

25

1, 4, 16, 51 62 hilo cortado multi-filamento de PTFE  
2 filamento  
3 red

30

5a a 5f fibra ramificada  
10 dispositivo de producción de hilos cortados multi-filamento de PTFE

35

11 rodillo de alimentación de película  
12 película estirada de PTFE  
13 rodillo giratorio  
14 aguja (púa)  
15 rodillo giratorio con agujas implantadas (rodillo de púas)

40

17 guía  
18 dispositivo de recogida  
30 dispositivo de aplicación de relieve  
31 rodillo de acero grabado  
32 rodillo elástico

45

33 rodillo de aplicación de relieve  
34 alimentador  
35 dispositivo de recogida  
41 hilo de torsión real de PTFE  
42 filamento

50

52, 65 guía de hilo en forma de caracol  
53, 66 cursor  
54 anillo  
55, 61a a 61d, 68 carrete  
56 cinta  
57 eje  
63 guía de hilos  
64a, 64b rodillo de presión

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Hilo (41) de torsión real de politetrafluoroetileno (PTFE), obtenido retorciendo un hilo cortado multi-filamento (1) de PTFE, en donde el hilo de torsión real de PTFE tiene una sección transversal circular con una circularidad en un intervalo de entre 10/8 y 10/10, en donde la circularidad se expresa mediante una relación entre el ancho de un eje mayor y el ancho de un eje menor de la sección transversal, una finura media de los filamentos está en un intervalo de entre 1,5 y 200 dtex, una finura D está en un intervalo de entre 50 y 6.000 dtex, y un coeficiente de torsión K expresado mediante la Fórmula (1) está en un intervalo de entre 10.000 y 35.000:
- 10 **coeficiente de torsión K = número de torsiones T (la finura D del hilo de torsión real de PTFE)<sup>1/2</sup> (1)**
- 15 donde el número de torsiones T indica el número de torsiones por metro y la finura D es una finura total, caracterizado porque el número de los filamentos (42) está en un intervalo de entre 10 y 200, y porque el hilo de torsión real de PTFE tiene una resistencia al estiramiento en un intervalo de entre 1,7 y 4,5 cN/dtex y una elongación en un intervalo de entre el 3,5 y el 40%.
- 20 2. Hilo de torsión real de PTFE según la reivindicación 1, en el que el coeficiente de torsión K está en un intervalo de entre 11.000 y 24.000.
- 25 3. Hilo de torsión real de PTFE según la reivindicación 1 ó 2, en el que la circularidad está en un intervalo de entre 10/9 y 10/10.
- 30 4. Método de producción de un hilo de torsión real de politetrafluoroetileno (PTFE), en particular el hilo según una de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo el método:
- 35 retorcer un hilo cortado multi-filamento de PTFE usando una máquina retorcadora de hilo para obtener un hilo de torsión real de PTFE, en donde el hilo de torsión real de PTFE tiene una sección transversal circular con una circularidad en un intervalo de entre 10/8 y 10/10, donde la circularidad se expresa mediante una relación entre el ancho de un eje mayor y el ancho de un eje menor de la sección transversal, una finura media de los filamentos está en un intervalo de entre 1,5 y 200 dtex, una finura D está en un intervalo de entre 50 y 6.000 dtex, y un coeficiente de torsión K expresado mediante la Fórmula (1) está en un intervalo de entre 10.000 y 35.000:
- 40 **coeficiente de torsión K = número de torsiones T (la finura D del hilo de torsión real de PTFE)<sup>1/2</sup> (1)**
- 45 donde el número de torsiones T indica el número de torsiones por metro y la finura D es una finura total, caracterizado porque el número de filamentos está en un intervalo de entre 10 y 200, y porque el hilo de torsión real de PTFE tiene una resistencia al estiramiento en un intervalo de entre 1,7 y 4,5 cN/dtex y una elongación en un intervalo de entre el 3,5 y el 40%.
- 50 5. Método de producción de un hilo de torsión real de PTFE según la reivindicación 4, en el que el hilo cortado multi-filamento de PTFE tiene un espesor en un intervalo de entre 1,0 y 150 µm y una relación entre un espesor y una anchura del hilo cortado multi-filamento de PTFE está en el intervalo de entre 1/3 y 1/300.
- 55 6. Método de producción de un hilo de torsión real de PTFE según la reivindicación 4 ó 5, en el que el hilo cortado multi-filamento de PTFE tiene una estructura de red formada por desfibrilación de una película de PTFE usando un rodillo giratorio con agujas implantadas.
- 60 7. Método de producción de un hilo de torsión real de PTFE según la reivindicación 6, en el que la película de PTFE es una película no estirada, una película estirada uniaxialmente o una película estirada biaxialmente.
8. Método de producción de un hilo de torsión real de PTFE según la reivindicación 7, en el que, cuando la película de PTFE es una película no estirada o una película estirada con un aumento menor de 4 veces en una dirección longitudinal, la película de PTFE se estira, después de haberse convertido en el hilo cortado multi-filamento de PTFE, de tal manera que una relación de estiramiento total en la dirección longitudinal resulta de 4 veces o mayor.
9. Método de producción de un hilo de torsión real de PTFE según la reivindicación 7, en el que, cuando se produce la película estirada uniaxialmente, la película se estira aumentando 4 veces o más en una dirección longitudinal.

10. Método de producción de un hilo de torsión real de PTFE según la reivindicación 7, en el que, cuando se produce la película estirada biaxialmente, la película se estira aumentando 4 veces o más en una dirección longitudinal y entre 1,5 y 15 veces en la dirección de su anchura.
- 5 11. Método de producción de un hilo de torsión real de PTFE según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que a la película de PTFE se le aplica relieve linealmente en una dirección longitudinal y/o en una forma de zigzag o cóncavo-convexa en la dirección de su anchura.
- 10 12. Método de producción de un hilo de torsión real de PTFE según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 11, que comprende además fijar una torsión por calentamiento a una temperatura de entre 340 y 500 °C durante un tiempo de entre 5 y 120 s.

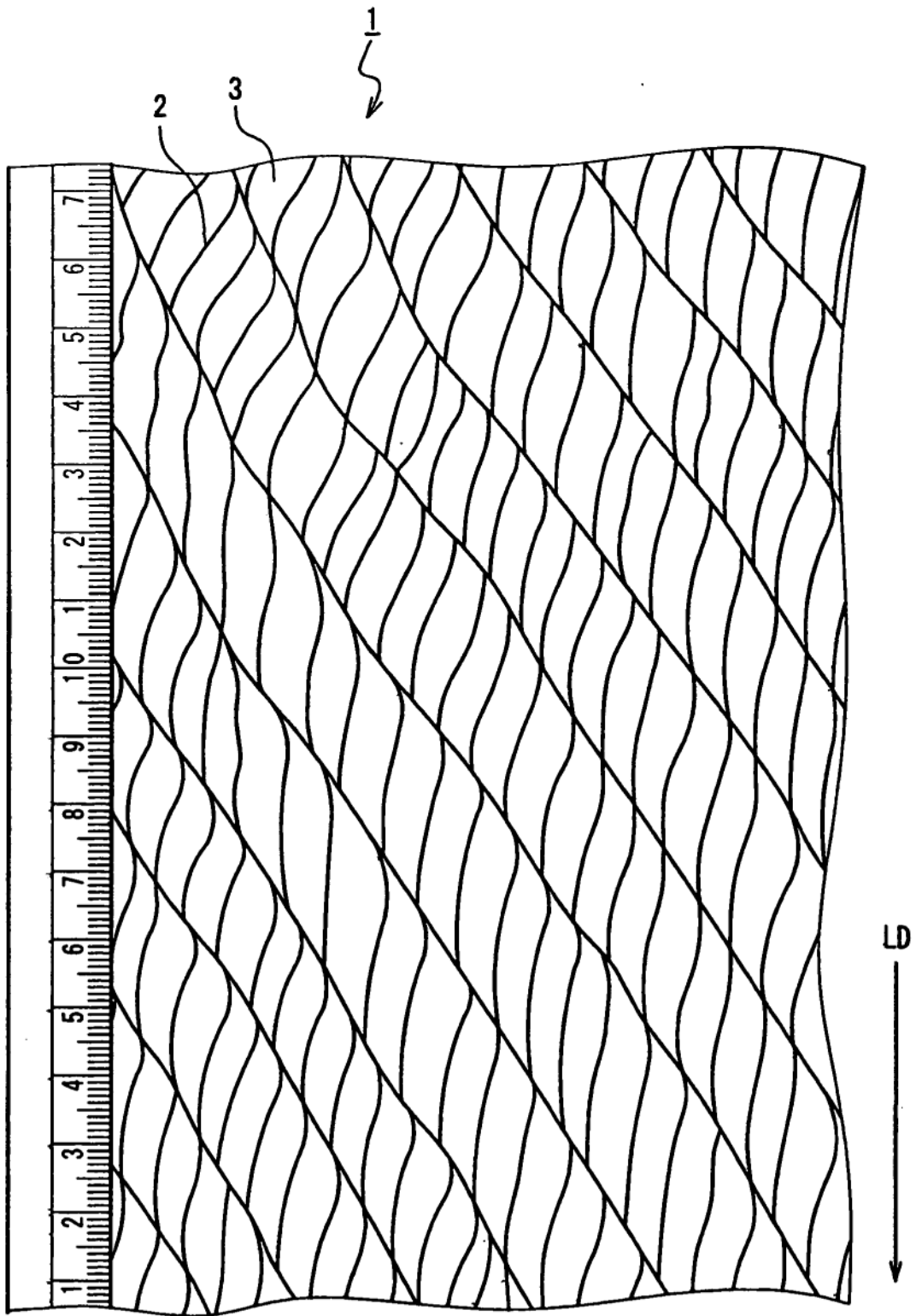


FIG. 1

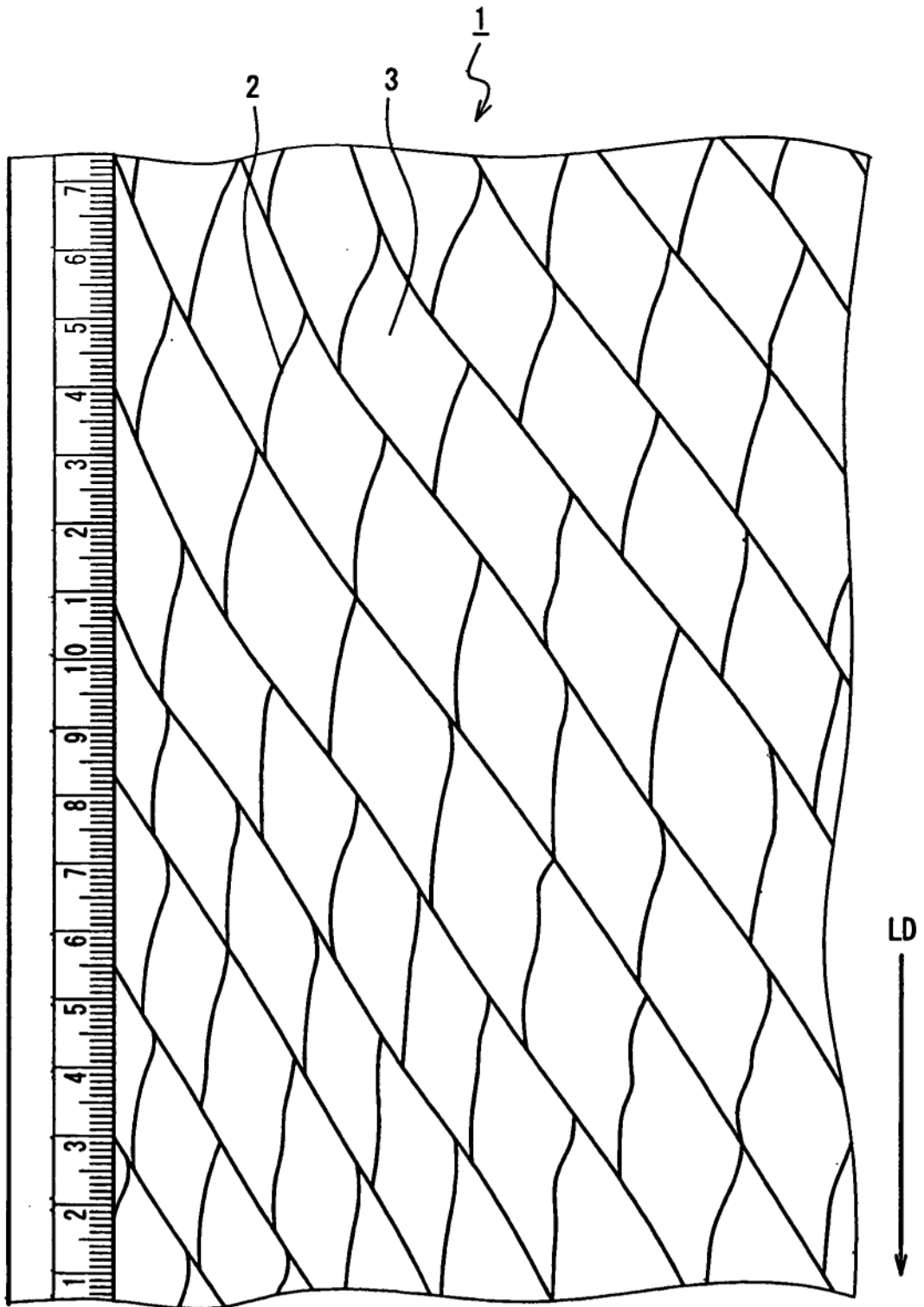


FIG. 2

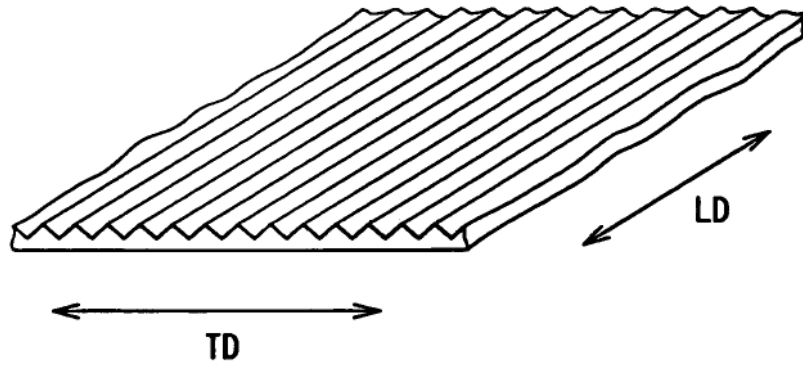


FIG. 3A

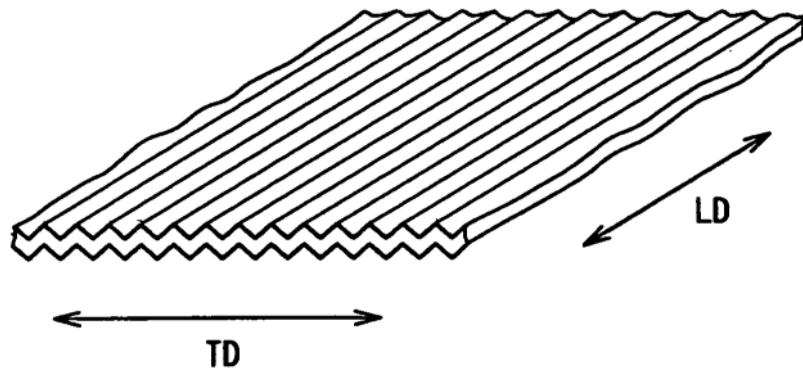


FIG. 3B



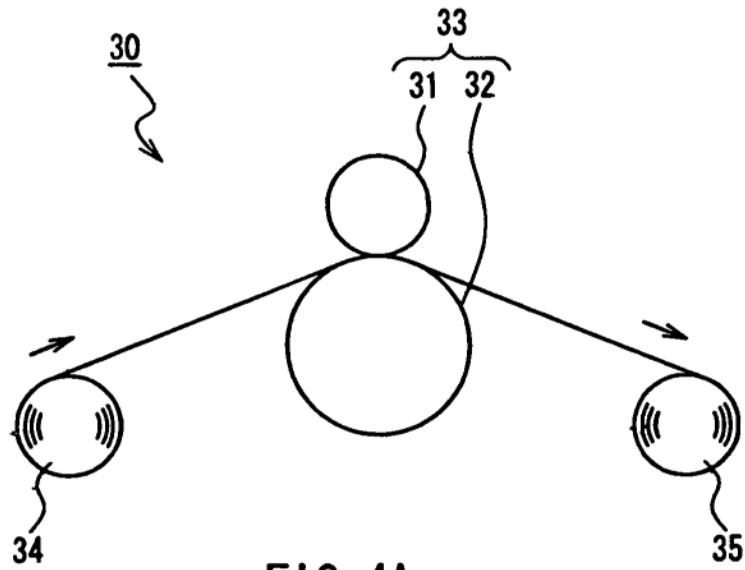


FIG. 4A

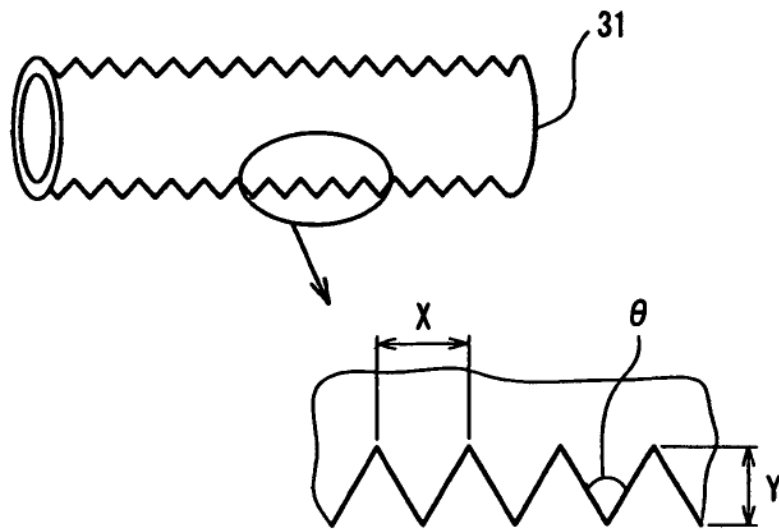


FIG. 4B

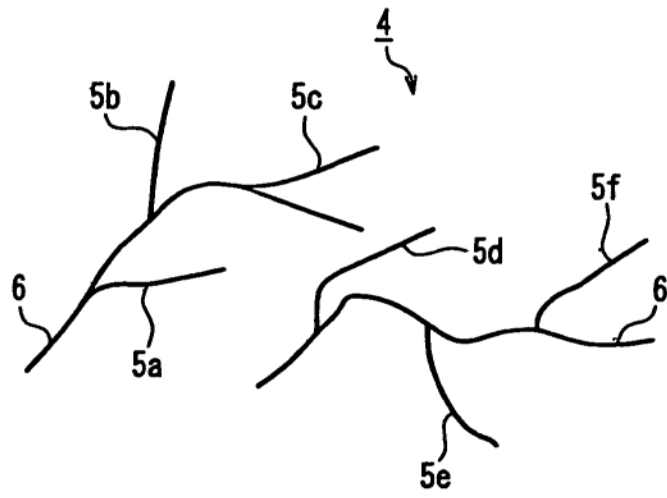


FIG. 5

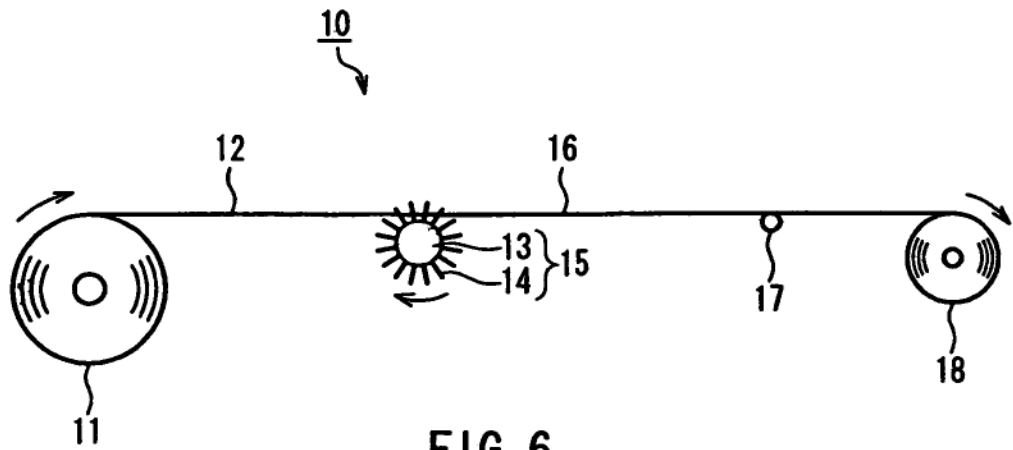


FIG. 6

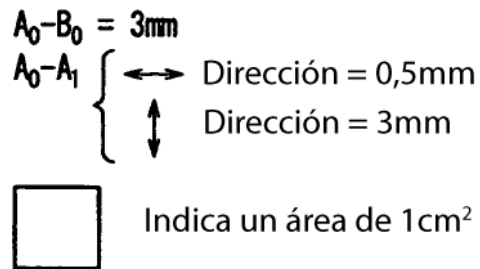
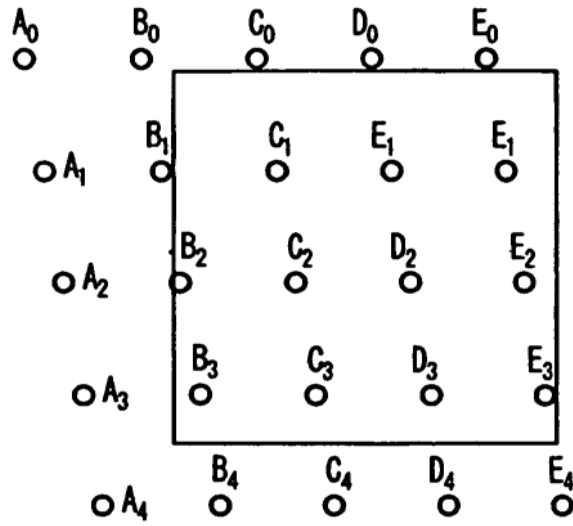
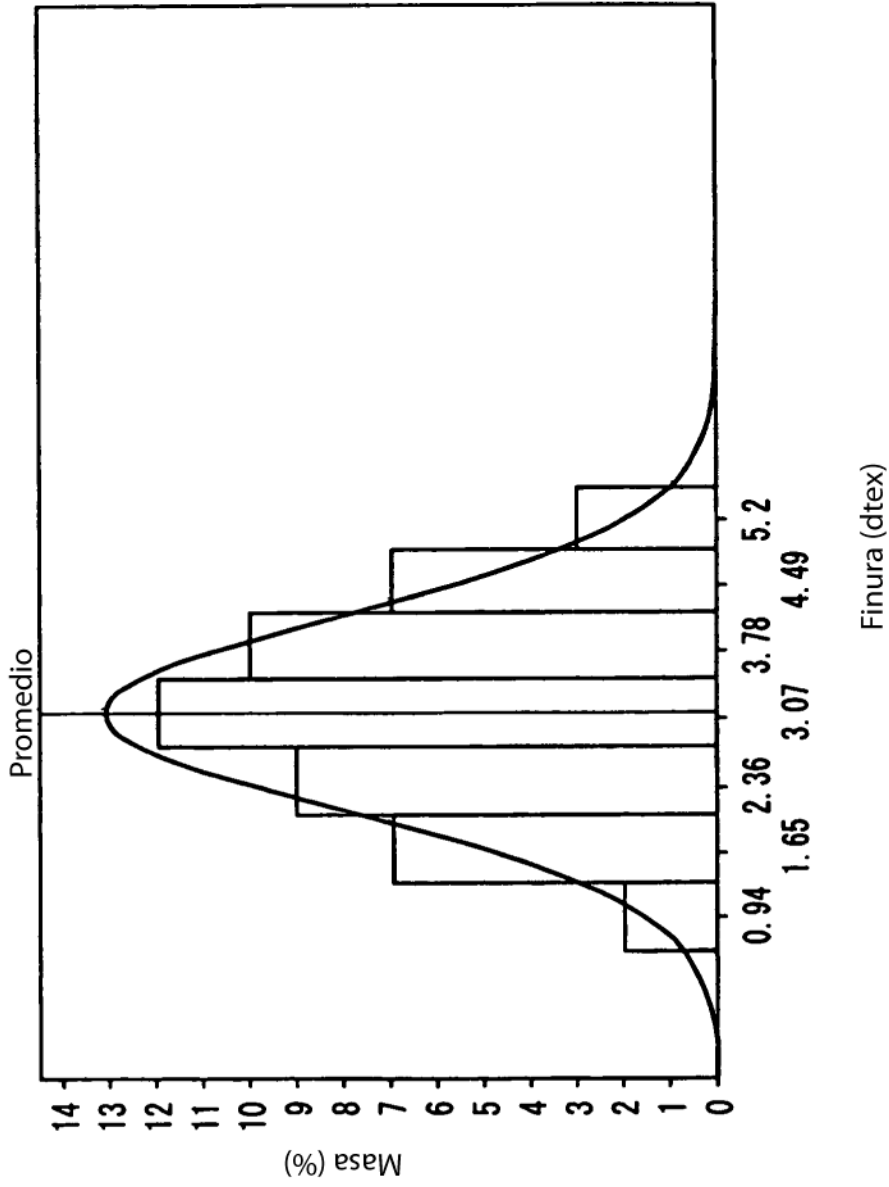
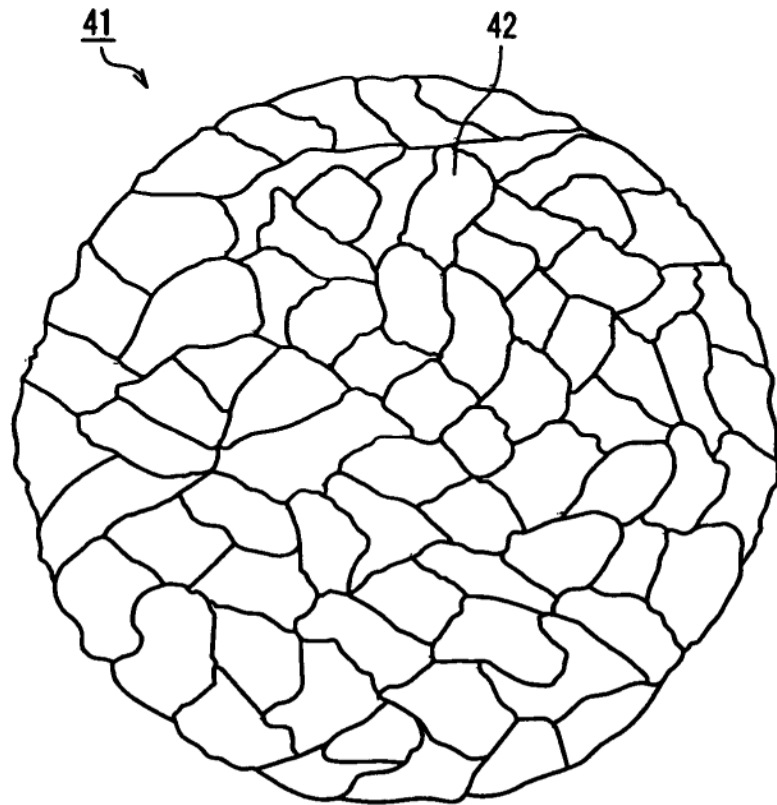


FIG. 7



**FIG. 8**



**FIG. 9**

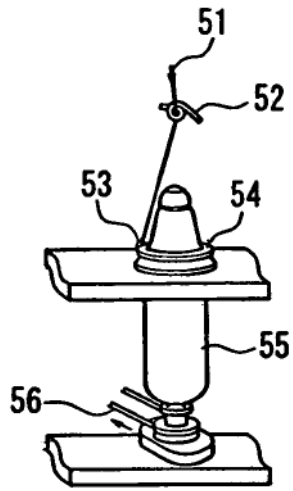


FIG. 10A

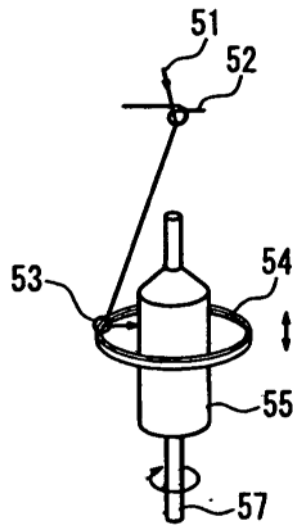


FIG. 10B

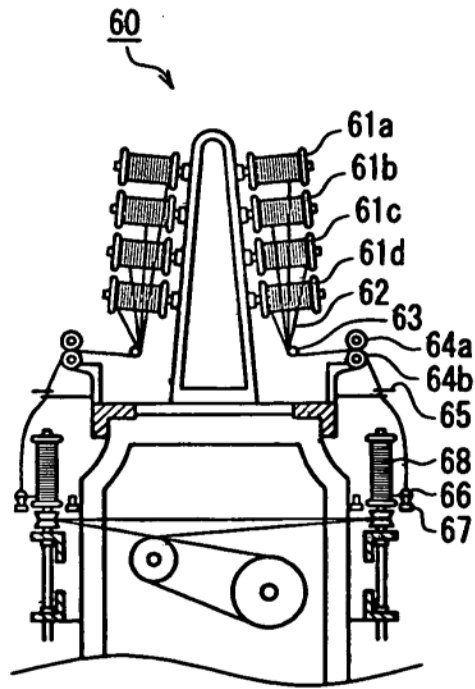


FIG. 11

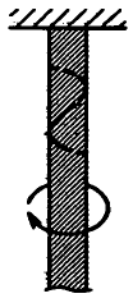


FIG. 12A

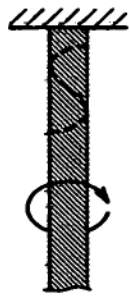


FIG. 12B



FIG. 12C



FIG. 12D