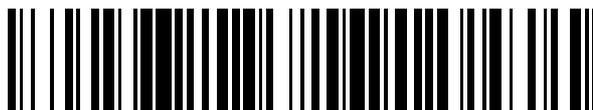


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 141**

51 Int. Cl.:

**D01F 4/02** (2006.01)

**B29C 41/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09172691 .9**

96 Fecha de presentación: **09.10.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2177650**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.2010**

54 Título: **EQUIPO Y PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE UN MONOFILAMENTO DE SEDA CON UNA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN ELEVADA.**

30 Prioridad:  
**17.10.2008 US 106479 P**  
**17.10.2008 GB 0819056**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.12.2011**

73 Titular/es:  
**SPINTEC ENGINEERING GMBH**  
**KURBRUNNERSTR. 22**  
**52066 AACHEN, DE**

72 Inventor/es:  
**Rheinnecker, Michael;**  
**Boebel, Melanie y**  
**Zimmat, Rolf**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 370 141 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

Equipo y procedimiento para la fabricación de un monofilamento de seda con una resistencia a la tracción elevada

**Campo de la invención**

5 La presente invención describe un aparato y un procedimiento para la fabricación de un monofilamento de seda simple nativo con una resistencia a la tracción de al menos 40 Newton. El monofilamento de seda simple nativo puede presentar aplicaciones para el uso como una cuerda musical y en dispositivos médicos.

**Antecedentes de la invención**

10 El uso de un filamento de seda como una cuerda para un instrumento musical se conoce en China desde hace más de 2000 años. El procedimiento para la fabricación de un filamento de seda para el uso como la cuerda para el instrumento musical ha sido esencialmente el mismo en muchos países.

15 Las cuerdas usadas en instrumentos musicales necesitan ser colocadas bajo una tensión elevada con el fin de asegurar gran calidad y volumen del sonido generado por la resonancia de la cuerda musical. Se sabe que la cuerda musical usada en un violín clásico requiere una tensión que varía de 30 Newton a 100 Newton (véase catálogo de producto de fabricante de cuerdas Thomastik Infeld GmbH, Viena, Austria y la colección de cuerdas de Vision Solo y Dominant del producto de los catálogos del fabricante de cuerdas Pirastro GMBH, Offenbach, Alemania y la colección de cuerdas Evah Pirazzi, Oligato y Violino).

20 En la actualidad una fibra de monofilamento de seda simple nativa puede aguantar una resistencia a la tracción de aproximadamente 0,5 Newton. La resistencia a la tracción de 0,5 Newton es debida al diámetro de la fibra de monofilamento de seda simple que se encuentra en el intervalo de 10 a 100  $\mu\text{m}$ . La resistencia a la tracción de la fibra de monofilamento de seda simple nativa es aproximadamente 60 veces menor que la resistencia a la tracción de la cuerda de violín. De ahí que cuando se usan las fibras de seda para un núcleo de la cuerda musical, los fabricantes de cuerdas tiene que superar el problema de la resistencia mecánica insuficiente de los monofilamentos de seda nativos combinando una pluralidad de monofilamentos de seda para fabricar la fibra de multi-filamento de seda. La fibra de multifilamentos de seda, debido a la combinación de la pluralidad de fibras de monofilamentos de seda, proporciona la resistencia mecánica suficiente que es capaz de aguantar la tensión requerida para uso como cuerda musical.

25 En general, la cuerda musical que está compuesta por seda se fabrica recogiendo un gran número de hilos de seda individuales de una coca de gusano de seda. Los hilos de seda se combinan luego en madejas. Las madejas se enrollan luego muy juntas para formar la fibra de multifilamento de seda. La fibra de multifilamento de seda se sumerge luego en pegamento líquido. El pegamento líquido proporciona mejores propiedades mecánicas y acústicas a la cuerda musical que está constituida por seda.

30 Se ha publicado una descripción detallada para la fabricación de la cuerda musical que comprende seda por parte de Alexander Raykov en Internet (véase [www.globalissuesgroup.com/silk-strings/how silk.html](http://www.globalissuesgroup.com/silk-strings/how silk.html)).

35 Por el contrario se pueden fabricar cuerdas musicales que comprenden cuerda de tripa, polímeros (nylon) o metal (acero) con el núcleo de cuerda constituido tanto por fibras de monofilamento como fibras de multifilamento, siendo estas cuerdas musicales capaces de resistir la tensión mecánica requerida por la cuerda musical. La elección entre un núcleo de cuerda manufacturado de la fibra de monofilamento o de la fibra de multifilamento proporciona manufacturas de cuerda con un grado de flexibilidad para el desarrollo de cuerdas musicales con diferentes características musicales y altos volúmenes de sonido. Como consecuencia las cuerdas musicales que comprenden cuerda de tripa, polímeros (nylon) o metal (acero) han reemplazado ahora casi completamente las cuerdas de seda para uso como cuerdas musicales debido a su intervalo más amplio de características musicales y su manipulación más sencilla.

40 Hoy en día el uso de cuerdas musicales que comprenden seda se restringe a aplicaciones muy concretas tales como instrumentos musicales históricos y chinos.

El estado de la técnica para la fabricación de filamentos de seda mecánicamente fuertes sigue dos estrategias generales.

45 La primera estrategia para la fabricación de filamentos de seda mecánicamente fuertes usa un procedimiento que combina fibras de seda nativas individuales en madejas. Las madejas se combinan luego en trenzas, usándose las trenzas para la fabricación de fibras de multifilamentos de seda mecánicamente fuertes. Un ejemplo de esto es el uso de fibras de multifilamentos de seda en aplicaciones médicas para el uso en el reemplazo de ligamentos. Otros ejemplos del uso de fibras de multifilamentos de seda son en cuerdas de raquetas de tenis. Un ejemplo que describe la combinación de fibras de seda nativas individuales en madejas se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos número 2004/0224406 de Altmann y col. Altmann y col. describen un procedimiento para la fabricación de

trenzas enrolladas que se ensamblan partiendo de una pluralidad de fibras de seda nativas individuales. Las trenzas enrolladas se usan para la fabricación de sustitutos para ligamentos en aplicaciones médicas. El documento de Altmann y col. describe (en tabla 1 y 4) una resistencia a la tracción media de 0,52 Newton a 0,9 Newton por monofilamento de seda nativo.

- 5 La segunda estrategia para la fabricación de filamentos de seda mecánicamente fuertes usa seda regenerada. La seda regenerada se obtiene disolviendo seda en un disolvente e hilando el disolvente dopado con seda regenerada con una variedad de diferentes técnicas de hilado. La solicitud de patente internacional, WO 02/081793 de John S. Crighton describe la fabricación de filamentos de seda a partir de seda regenerada en la que los filamentos de seda tienen una resistencia a la tracción de 1,2 Newton por filamento de seda.
- 10 Hasta la fecha no hay procedimiento o equipo publicado para la fabricación de monofilamentos de seda simples con una resistencia a la tracción superior a 10 Newton por monofilamento de seda. La publicación de patente internacional nº WO 2008/052755 de Rheinnecker y col. se titula "Method and apparatus for the manufacture of a fibre". El documento 052755 describe un equipo para la extrusión de un material en una superficie en movimiento para la fabricación de una fibra. La publicación de patente internacional nº WO 2007/031301 de Scheibel y col se titula "Method and device for producing a thread from silk proteins". El documento 031301 describe un equipo de difusión de altas prestaciones para la producción de hilos de seda. La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos nº US 2005/0054830 de Islam y col. se titula "Methods and apparatus for spinning spider silk proteína". El documento 0054830 se refiere a la extrusión y fibras mediante una tobera para hilar. El filamento fabricado se puede estirar o alargar para dotarlo de más resistencia con un baño de coagulación.
- 15
- 20 Por tanto sería muy ventajoso un procedimiento y equipo que sea capaz de fabricar monofilamentos de seda simples con una resistencia a la tracción de 40 Newton y mayor.

Se conoce la fabricación de películas de seda y membranas de seda a partir de fibroína de seda regenerada o proteínas y péptidos de seda producidas artificialmente. Se describe un ejemplo de fabricación de membranas de fibra regeneradas en la solicitud de patente internacional nº WO 2005/012606 de Kaplan y col. El documento de Kaplan y col. describe la fabricación de películas de fibroína de seda a partir de seda regenerada disolviendo una proteína de seda en un disolvente desnaturizante de proteínas. Se describe un ejemplo de la membrana de proteínas de seda artificial en la publicación de patente internacional nº WO 2006/008163 de Scheibel y col. El documento de Scheibel y col. describe la fabricación de películas de fibroína de seda a partir de proteínas de seda artificiales.

25

Sin embargo, hay poca técnica anterior que describa la fabricación de membranas de fibroína de seda a partir de soluciones de proteína de fibroína de seda nativa que se fabriquen sin el uso de agentes desnaturizantes de proteína tales como sales fuertes, disolventes, calor u otras condiciones desnaturizantes de proteína. Por ejemplo, la publicación de patente de Estados Unidos nº US 7.041.797 (de Vollrath) y la publicación de patente internacional nº WO 2007/09851 (de Rheinecker y col.) describen la fabricación de soluciones de fibroína de seda nativa. Con el uso de las invenciones de Vollrath y Rheinnecker, el actual solicitante ha descubierto que productos fabricados de soluciones de fibroína de seda nativa tienden a sufrir contracción durante el proceso de secado de los productos de seda. La contracción conduce a la desviación irregular de la forma pretendida de los productos de seda. Para productos de proteína de seda nativa con un grosor de hasta 0,2 mm estas deformaciones son menos pronunciadas y se pueden reducir los efectos de extremo. Sin embargo, para productos de seda con un grosor requerido por encima de 0,2 mm la forma física final de estos productos tras secado es difícil de controlar. Por ejemplo, las membranas de seda con un grosor superior a 0,2 mm que se moldean a partir de una solución de fibroína de seda nativa desarrollan frecuentemente superficies y formas irregulares y no homogéneas. Estas membranas de seda requieren además de tratamiento mecánico tras el moldeo.

30

35

40

Por tanto hay una necesidad de una técnica de moldeo mejorada que evite la deformación física que tiene lugar durante el secado de la solución de proteína y una necesidad de permitir la fabricación de productos de proteína de seda con un grosor de más de 0,2 mm.

45

### **Sumario de la invención**

Se describe un equipo de moldeo y un procedimiento para la fabricación de un objeto, tal como una fibra de monofilamento de seda simple.

50 El equipo de moldeo comprende un soporte sólido estacionario con al menos una superficie permeable al agua o al vapor de agua para soportar una primera superficie del objeto y permitir la difusión desde el objeto. El soporte sólido presenta una región expuesta que permite que una segunda superficie de la fibra de monofilamento de seda simple entre en contacto con un gas.

La superficie permeable al agua evita los problemas asociados con la deformación física de las fibras de

monofilamento de seda simples que tienen lugar durante el secado de una solución de proteína de seda nativa.

El uso de la superficie permeable al agua en el equipo de moldeo permite la evaporación del disolvente de la solución de proteína de seda nativa no sólo en el interfaz aire/disolvente, sino también a través del contacto de la solución de proteína de seda nativa con la primera superficie de la superficie de agua por difusión.

- 5 La superficie permeable al agua mejora el proceso de secado de la solución de proteína de seda nativa lo que se podría haber previsto con la técnica anterior.

Se describen productos de fibras de monofilamentos de seda simples que se fabrican de acuerdo con la presente descripción.

- 10 Un objeto adicional de la presente descripción describe que se pueden fabricar proteínas de seda no artificiales de origen natural derivadas de gusanos de seda Bombyx Mori en fibras de monofilamentos de seda simples que pueden resistir fuerzas de tracción de al menos 40 Newton y superiores.

Un objeto adicional de la presente invención es un uso de las fibras de monofilamentos de seda simples fabricadas como una cuerda para un instrumento musical y para aplicaciones en un dispositivo médico.

### **Descripción de las figuras**

- 15 La figura 1 muestra un esquema de un procedimiento para la fabricación de una fibra de monofilamentos de seda simple.

La figura 2 muestra un equipo para la fabricación de una fibra de monofilamentos de seda simple.

La figura 3 muestra una vista en sección transversal de una fibra de monofilamentos de seda simple.

### **Descripción detallada de la invención**

- 20 Para una comprensión completa de la presente descripción y las ventajas de la misma se hace referencia ahora a la siguiente descripción detallada junto con las figuras.

Se debería apreciar que los diversos aspectos de la descripción descrita en esta invención son meramente a título ilustrativo de los modos específicos para hacer y usar la tecnología y por tanto no limitan el alcance de la técnica cuando se considera junto con las reivindicaciones y la siguiente descripción detallada.

- 25 En la figura 1 se muestra un procedimiento para la fabricación de una fibra de monofilamento de seda simple. En una primera etapa 100 se fabrica una solución de proteína de seda 10 con un contenido en proteína de seda entre 0,3% y 30% (en p/p). La solución de proteína de seda 10 se fabrica como se describe de acuerdo con la publicación de patente de Estados Unidos nº 7.041.797 B2. La solución de proteína de seda 10 se transfiere luego a una superficie permeable al agua 40 de un dispositivo de moldeo 20. El dispositivo de moldeo 20 comprende al menos una superficie permeable al agua 40. La superficie permeable al agua 40 está presente como una base del dispositivo de moldeo 20.

- 30 El dispositivo de moldeo 20 puede ser de vidrio, plástico o puede fabricarse en politetrafluoroetileno (PT-FE). El dispositivo de moldeo 20 puede estar fabricado de cualquier otro material que sea adecuado para uso con la solución de proteína de seda 10.

- 35 La superficie permeable al agua 40 puede ser cualquiera de un material permeable al agua, tal como arcilla o una membrana permeable al agua basada en polímero compatible con proteína.

- 40 En la siguiente etapa 110 la solución de proteína de seda 10 se seca en el dispositivo de moldeo 20. Cuando se seca, la solución de proteína de seda 10 forma un molde de membrana de seda 30. La duración temporal del secado de la solución de proteína de seda 10 depende del contenido en proteína de la solución de proteína de seda 10 y de la tasa de evaporación del disolvente de la solución de proteína de seda 10. La tasa de evaporación del disolvente de la solución de proteína de seda 10 puede variar, por ejemplo, con el uso de vacío o un flujo de aire.

En la siguiente etapa 120 el molde de membrana de seda formado 30 se elimina del dispositivo de moldeo 20.

En la siguiente etapa 130 el molde de membrana de seda 30 se corta para dar al menos un filamento de seda individual 50.

En la siguiente etapa 140 el filamento de seda 50 se estira con un medio mecánico.

- 45 En la siguiente etapa 150 el filamento de seda 50 se pule para dar el monofilamento de seda simple 60. El

monofilamento de seda simple 60 presenta esencialmente una forma cilíndrica (véase la figura 3).

5 En un aspecto adicional 160, el monofilamento de seda simple 60 se puede optimizar adicionalmente mediante recubrimiento del monofilamento de seda simple 60 con una capa de superficie 70. El monofilamento de seda simple 60 se puede recubrir con la capa de superficie 70 para mejorar la resistencia del monofilamento de seda simple 60 con el agua. El monofilamento de seda simple 60 puede estar recubierto con la capa de superficie 70 mediante recubrimiento con un alambre de metal o mediante recubrimiento con una fibra polimérica.

10 En un aspecto adicional de la presente invención las propiedades del material del monofilamento de seda simple 60 se puede mejorar adicionalmente con la introducción de una capa impregnada 80. La capa impregnada 80 es una sustancia que está embebida entre el monofilamento de seda simple 60 y la capa de superficie 70. La capa impregnada 80 puede ser, por ejemplo, una fibra polimérica.

Se ofrece a título ilustrativo únicamente el siguiente ejemplo para llevar a cabo la presente descripción y no se pretende que limite el alcance técnico de la invención en modo alguno.

### Ejemplo 1

15 El molde de membrana de proteína de seda 30 se preparó transfiriendo una solución de proteína de seda 10 de 450 ml con aproximadamente un contenido en proteína de seda al 10% en el dispositivo de moldeo 20 (390 mm x 110 mm x 20 mm). El dispositivo de moldeo 20 comprende una base de superficie permeable al agua 40. La superficie permeable al agua 40 es una arcilla de modelización permeable al agua (Glorex GMBH, artículo nº 68075201).

La solución de proteína de seda 10 se fabricó de acuerdo con la descripción de la publicación de la solicitud de patente internacional nº WO/2007/098951.

20 Después de llenar el dispositivo de moldeo 20 con la solución de proteína de seda 10, se colocó el dispositivo de moldeo 20 de modo tal que el aire podía circular en torno a la parte superior y en torno a la parte inferior del dispositivo de moldeo 20. La capacidad del aire para circular en torno a la parte superior del dispositivo de moldeo 20 permite la evaporación eficiente del disolvente de la solución de proteína de seda 10. La capacidad del aire para circular en torno a la parte inferior del dispositivo de moldeo 20 facilita la difusión del disolvente de la solución de proteína de seda 10 a través de la superficie permeable al agua 40.

Después de secar la solución de proteína de seda 10 a temperatura ambiente se fabricó un molde de membrana de seda 30 con un grosor de entre 0,5 mm y 1,2 mm. El grosor del molde de membrana de seda 30 depende del volumen y de la concentración de la solución de proteína de seda 10.

30 El molde de la membrana de seda 30 se cortó luego en muestras de filamento de seda 50 rectangulares individuales (390 mm x 1 mm x 1 mm).

Las muestras de filamento de seda 50 fueron estiradas luego manualmente hasta aproximadamente dos veces de su longitud original en el monofilamento de seda simple 60.

35 Se pesaron luego tres muestras del monofilamento de seda simple 60 para determinar la resistencia a la tracción usando una balanza digital (Kern CH 50 K50). Las tres muestras del monofilamento de seda simple 60 mostraron resistencia a la tracción de 53 Newton, 44 Newton y de 54 Newton, respectivamente.

Fue sorprendente y no predecible en la técnica anterior el hecho de que se pueda alcanzar una resistencia a la tracción con las fibras de monofilamentos de seda simples fabricadas a partir de materiales de proteína de seda nativa y no mediante procedimientos de generación de madejas de una pluralidad de fibras de filamentos de seda o mediante uso de una técnica de hilado.

### 40 Ejemplo 2

El molde de membrana de proteína de seda 30 se preparó transfiriendo una solución de proteína de seda 10 de 80 ml con un contenido de proteína de seda de aproximadamente el 10% en el dispositivo de moldeo 20 (80 mm x 80 mm x 20 mm). El dispositivo de moldeo 20 comprende una base de superficie permeable al agua 40. La superficie permeable al agua 40 es un yeso de moldeo permeable al agua (Pufas Werk KG GmbH, Modellgips für Bau + Hobby).

45 La solución de proteína de seda 10 se preparó de acuerdo con la descripción de la publicación de solicitud de patente internacional nº WO/2007/098951.

Después de llenar el dispositivo de moldeo 20 con la solución de proteína de seda 10, se colocó el dispositivo de moldeo 20 de modo tal que el aire era capaz de circular en torno a la parte superior y en torno a la parte inferior del dispositivo de moldeo 20. La capacidad del aire para circular en torno a la parte superior del dispositivo de moldeo 20

permite la evaporación eficiente del disolvente de la solución de proteína de seda 10. La capacidad del aire para circular en torno a la parte inferior del dispositivo de moldeo 20 facilita la difusión del disolvente de la solución de proteína de seda 10 a través de la superficie permeable al agua 40.

5 Tras el secado de la solución de proteína de seda 10 a temperatura ambiente se preparó el molde de membrana de seda 30 con un grosor de aproximadamente 1 mm. El grosor del molde de membrana de seda 30 depende del volumen y de la concentración de la solución de proteína de seda 10.

Habiéndose descrito así la presente técnica de forma detallada, se tiene que entender que la descripción detallada anteriormente de la técnica no pretende limitar el alcance de la técnica de la misma. Lo que se desea es que sea protegida con lo descrito en las siguientes reivindicaciones.

10 Referencias numéricas

10 solución de proteína de seda

15 superficie expuesta

20 dispositivo de moldeo

30 molde de membrana de seda

15 40 superficie permeable al agua

50 filamento de seda

60 monofilamento de seda simple

70 capa de superficie

80 capa impregnada

20 90 segunda superficie permeable al agua

25

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un dispositivo de moldeo de proteínas (20) para el moldeo de un objeto (60) que comprende:
- un soporte sólido estacionario con al menos una superficie permeable al agua o al vapor de agua para soportar una primera superficie del objeto (60) y que permite la difusión desde el objeto (60); y
- 5        - un región expuesta que permite a una segunda superficie del objeto (60) ser expuesta a un gas.
- 2.- El dispositivo de moldeo de proteína (20) de la reivindicación 1, en el que la al menos una superficie permeable al agua o al vapor de agua está fabricada de arcilla o yeso.
- 3.- Un procedimiento para la fabricación de objetos (60) que comprende:
- transferir (100) una proteína líquida (10) sobre un soporte sólido con al menos una superficie permeable al agua;
- 10       - dejar secar (110) la proteína líquida (10) sobre el soporte sólido para formar un molde de membrana (30);
- formar al menos un elemento precursor a partir del molde de membrana (30) para formar el objeto (60); y
  - estirar (140) dicho al menos un elemento precursor para formar el objeto (60).
- 4.- El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además exponer la proteína líquida (10) a un gas acondicionado.
- 15       5.- El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende además ajustar el contenido en vapor de agua del gas acondicionado.
- 6.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones hasta 5 en el que la proteína líquida (10) se selecciona del grupo que consiste en una proteína de seda artificial líquida, una proteína de seda natural líquida y una proteína de seda nativa líquida.
- 20       7.- El procedimiento de una de las reivindicaciones 3 a 6, en el que el al menos un elemento precursor es de forma sustancialmente rectangular.
- 8.- Un mono-filamento de seda (60) que presenta una fuerza de ruptura de al menos 40 N.
- 9.- El mono-filamento de seda (60) de la reivindicación 8, que comprende además un material seleccionado del grupo que consiste en una proteína de seda artificial, una proteína de seda natural o una proteína de seda nativa.
- 25       10.- El monofilamento de seda (60) de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, que comprende además una capa de superficie (70).
11. El monofilamento de seda (60) de la reivindicación 10, en el que la capa de superficie (70) es una de entre un alambre de metal o una fibra polimérica.
- 30       12.- El monofilamento de seda (60) de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende además una capa impregnada (80) en la capa de superficie (70).
- 13.- El monofilamento de seda (60) de la reivindicación 12, en la que la capa impregnada (80) es una fibra polimérica.
- 14.- Uso del monofilamento de seda (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13 para uso como una cuerda musical.
- 35       15.- Uso del monofilamento de seda (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13 para uso como un dispositivo médico.

# ES 2 370 141 T3

Etapa 100:

Preparación de solución de proteína de seda 10.

Transferencia de solución de proteína de seda 10 a un dispositivo de moldeo 20 con al menos una superficie permeable al agua 40.

5

Etapa 110:

Secado de la solución de proteína de seda 10 en dispositivo de moldeo 20 para formar un molde de membrana de seda 30 mediante exposición del dispositivo de moldeo 20 a un gas.

10

De forma opcional el procedimiento de secado se puede ver influenciado poniendo en contacto la superficie expuesta 15 con una segunda superficie permeable al agua 90.

Etapa 120:

Retirada del molde de membrana de seda 30 del dispositivo de moldeo 20.

15

Etapa 130:

Corte de la membrana de seda 30 dando al menos un filamento de seda individual 50.

Etapa 140:

Estiramiento de filamento de seda 50 mediante fuerza mecánica

20

Etapa 150:

Pulido del filamento de seda 50 dando un monofilamento de seda simple 60 con una forma esencialmente cilíndrica.

Etapa 160:

25

De forma opcional, recubrimiento del monofilamento de seda simple 60 con una capa de superficie 70, por ejemplo impregnando la superficie del monofilamento de seda simple 60 con un acabado o mediante recubrimiento del monofilamento de seda simple 60 con un alambre de metal o fibra polimérica.

30

De forma opcional, introducción de una capa impregnada 80 entre el monofilamento de seda simple 60 y la estructura exterior 70, dicha capa impregnada 80 puede comprender, por ejemplo, fibras poliméricas.

Figura 1

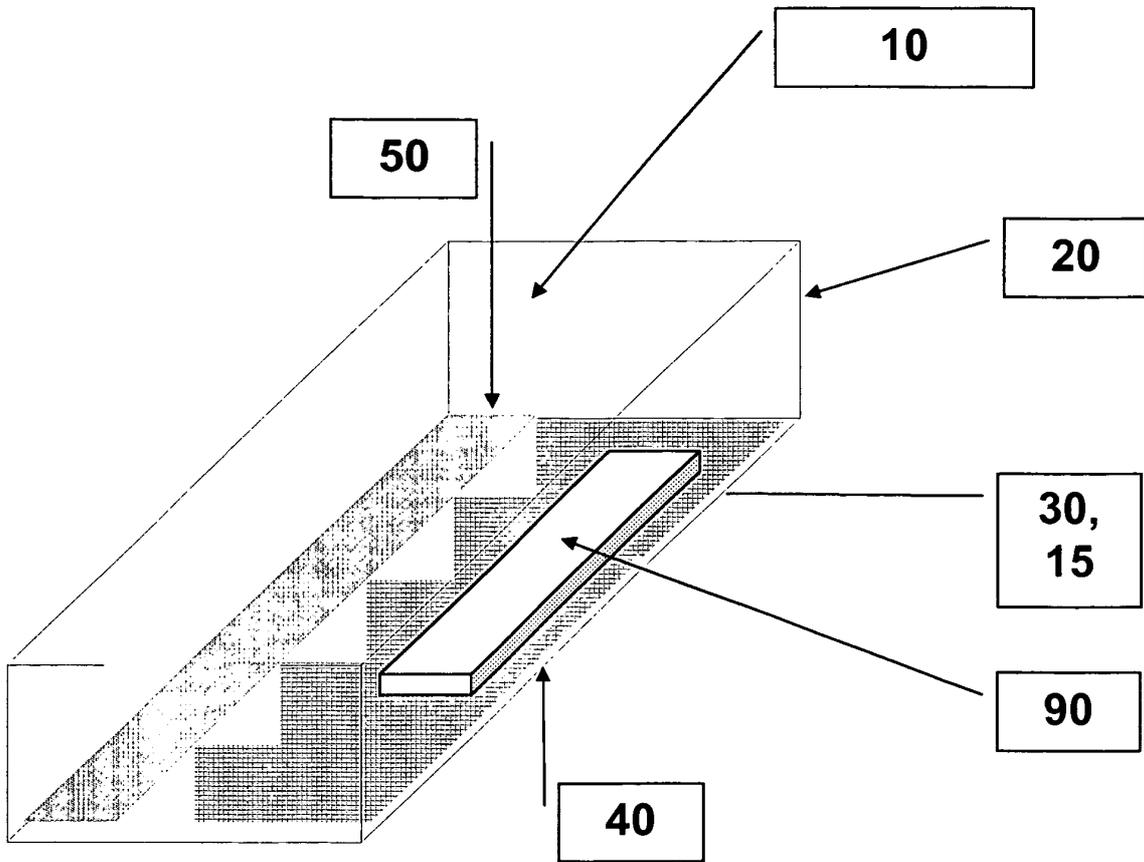


Figura 2

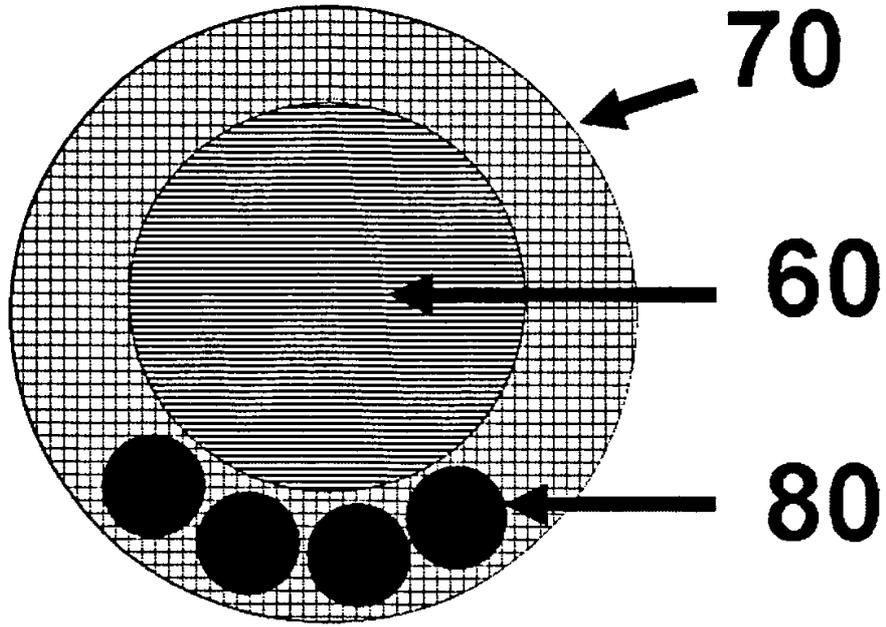


Figura 3