

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 815 554**

51 Int. Cl.:

**D01D 5/08** (2006.01)

**D01D 5/16** (2006.01)

**D01D 10/02** (2006.01)

**D01F 6/60** (2006.01)

**D01F 6/62** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2016 PCT/TR2016/050263**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.02.2018 WO18026333**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2016 E 16760830 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3455395**

54 Título: **Aparato y procedimiento para la producción de hilo de monofilamento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.03.2021**

73 Titular/es:

**KORDSA TEKNİK TEKSTİL ANONİM ŞİRKETİ  
(100.0%)  
Alikahya Fatih Mahallesi Sanayici Cad. No: 90  
Izmit/Kocaeli, TR**

72 Inventor/es:

**KOP, ERHAN;  
GÜVEN, EMINE;  
HINDAL, BÜLENT y  
GÖKTEN, MURAT**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 815 554 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

Aparato y procedimiento para la producción de hilo de monofilamento

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema y procedimiento para la producción de hilos, más específicamente para la producción de hilos de monofilamentos de alta tenacidad.

10 **Antecedentes de la invención**

Una línea de producción de monofilamento comercial típica incluye estas etapas/partes secuenciales del procedimiento: extrusión, enfriamiento del filamento extruido a través de un baño de agua, una primera zona de estiramiento, una (segunda) zona de estiramiento adicional, tratamiento térmico y embobinado del hilo de monofilamento producido. Tales líneas de producción de monofilamentos comerciales normalmente alcanzan velocidades de embobinado de aproximadamente 150 a 300 m/min (también conocido como mpm: metros de hilo por minuto) para monofilamentos aptos para neumáticos, y generalmente se desplazan en una dirección horizontal que corresponde a la asignación de áreas de huella ancha (con una longitud de aproximadamente 25 m a 35 m) para sistemas de producción.

20 El documento US 5 240 772 A divulga un procedimiento para producir monofilamentos de poliamida que tienen una densidad lineal superior a 1000 denier con una tenacidad superior a 7,5 gpd (fuerza-gramo por denier). Se usó una viscosidad relativa del polímero (con respecto a la viscosidad del ácido fórmico) superior a 50 y un baño de agua para mantener la temperatura del núcleo del monofilamento por debajo de 55 °C. Se empleó un localizador de punto de estiramiento y un vaporizador para mantener las propiedades mecánicas requeridas en el producto, tales como resistencia para resistir las tensiones que se producen durante el embobinado o durante su uso. En este procedimiento, los rodillos de estiramiento de la primera etapa se calentaron a 140 °C para calentar el monofilamento antes de entrar en la segunda zona de estiramiento; y el localizador del punto de estiramiento y el vaporizador se localizaron después del rodillo de alimentación para mejorar la velocidad de estiramiento. Además, también se empleó un calentador radiante en el sistema para el tratamiento térmico.

35 El documento US 3 963 678 A divulga otro procedimiento para la producción de monofilamentos de poliamida con una densidad lineal superior a 1000 denier con 10 gpd, en el que los monofilamentos se hilan a una producción entre 13 kg/h y 20 kg/h (kilogramos por hora). Pero no se divulgó la cantidad de monofilamentos finales producidos para lograr esta producción. En el hilado a alta velocidad de monofilamentos, es un gran desafío gestionar la producción continua de monofilamentos con más de cuatro extremos. Este desafío requiere el diseño de un nuevo proceso, aparato y procedimiento.

40 El empleo secuencial de un localizador de punto de estiramiento y un vaporizador se divulga en dicho documento. Los monofilamentos se recubren con agua a una temperatura que varía entre 95 °C y 98 °C. Además, el vaporizador divulgado en dicho documento aplica una presión entre 80 a 140 psig (5,51 bar a 9,65 bar) con una temperatura del vapor de 180 °C. La velocidad máxima de la embobinadora se divulgó como 516,7 m/min, todavía sin divulgar la cantidad de extremos de monofilamento.

45 Alcanzar altas velocidades (por ejemplo, 500 m/min o más) en la producción de hilo de monofilamento es un desafío extremadamente grande, especialmente cuando se apunta a una gran cantidad de extremos en el hilo. Cuando se busca un valor de denier alto y una cantidad elevada de extremos en la producción de hilo de monofilamento, se encuentran varios problemas, tales como enfriamiento insuficiente en el tanque de agua después de la extrusión, dificultades para atrapar los filamentos con una pistola de succión y envolver por separado los filamentos en godets. Además, las líneas comerciales de monofilamento tienen una baja capacidad de producción debido a las bajas velocidades de embobinado necesarias para evitar dañar el producto.

50 El documento WO 95/02718 divulga un procedimiento para la producción a alta velocidad de hilos de multifilamentos. Aquí, los filamentos de poliamida fundidos se extruden a partir de los capilares de la hilera a través de un espacio lleno de gas y en un baño de enfriamiento que contiene un líquido acuoso calentado. El baño tiene una boquilla que define un pasaje cilíndrico dispuesto verticalmente con su entrada en el baño por debajo de la superficie del baño. Los filamentos convergen en un conjunto de filamentos en la entrada y se retiran de la salida del pasaje a una velocidad de retirada de aproximadamente 1.500 a aproximadamente 3.500 metros por minuto. El polímero de poliamida se extrude de la hilera; de manera que la velocidad del chorro en los capilares de la hilera esté entre el 2 y el 10 % de la velocidad de retirada del filamento desde la salida del conducto de la boquilla.

55 El documento GB 803 237 A divulga un procedimiento para la producción de filamentos artificiales mediante hilado por fusión, que comprende extrudir el material polimérico fundido a través de una hilera y embobinar o enviar los filamentos a la siguiente operación; se eleva la tensión en los filamentos extruidos y se atenúan al pasar por un líquido caliente. El documento US 3 002 804 A divulga un procedimiento de hilado por fusión y estiramiento de filamentos pasándolos a través de un baño de arrastre de líquido.

El documento US 3 960 305 A se refiere a un aparato de aspiración que incluye una boquilla de aspiración. El documento WO 2012/047100 A1 se refiere a un procedimiento para la preparación de filamentos poliméricos que tiene un módulo y una alta resistencia a la tracción mediante la extrusión de una solución de un disolvente y un polímero lineal de alto peso molecular y el posterior hilado y enfriamiento rápido de los filamentos, por lo tanto, formados, en el que después del hilado y enfriamiento rápido los filamentos una vez hilados se estiran bajo contacto con vapor para eliminar el disolvente de los filamentos que se estiran.

El documento US 2006/014920 A1 divulga un procedimiento de producción de hilo de multifilamento a altas velocidades. El documento CN 103 290 497 se refiere a un procedimiento para la producción de hilos hechos de nailon 66, que utiliza polimerización en estado sólido, extrusión por fusión, hilado a alta presión, enfriamiento lento, enfriamiento rápido, estiramiento y conformado. El documento JP 2011 168938 A divulga una fibra de nailon 66 para bolsas de aire y su procedimiento de producción. El documento JP 2 967997 B2 se refiere a la producción de filamentos de alta resistencia mediante el uso de hilado.

### **Objetos de la invención**

El objeto principal de la presente invención es superar las deficiencias de la técnica anterior mencionadas anteriormente.

Otro objeto de la presente invención es la provisión de un procedimiento para obtener hilo de monofilamento de alto denier que tiene una gran cantidad de extremos, a una velocidad de producción mejorada.

Otro objeto de la presente invención es la provisión de un proceso y procedimiento de producción de hilo de monofilamento con costos operativos y de inversión reducidos.

### **Sumario de la invención**

La presente invención propone un aparato de producción de hilo de monofilamento de múltiples extremos que comprende las siguientes unidades de procedimiento secuencial a lo largo de la dirección de flujo de los monofilamentos: una máquina de hilar vertical que comprende una hilera y una placa de distribución debajo de la hilera; un baño de agua para enfriar rápidamente los monofilamentos hilados; un dispositivo de chorro de vacío para transferir monofilamentos del baño de agua; un chorro de vapor capaz de proporcionar vapor sobrecalentado a una temperatura dentro del intervalo entre 300 °C y 380 °C y a una presión dentro del intervalo entre 4 bares y 5 bares; una unidad de estiramiento; y una embobinadora de monofilamentos para embobinar monofilamentos a una velocidad superior a 500 m/min. La presente invención propone además un procedimiento para la producción de hilo de monofilamento de múltiples extremos.

### **Breve descripción de las figuras**

Las figuras, cuyas breves explicaciones se proporcionan con las mismas, están destinadas únicamente a proporcionar una mejor comprensión de la presente invención y, como tales, no pretenden definir el ámbito de protección o el contexto en el que dicho ámbito debe interpretarse en ausencia de la descripción.

La Figura 1 es un esquema que muestra las unidades de procedimiento del aparato correspondientes a las etapas del procedimiento a lo largo de la línea de producción de acuerdo con el procedimiento de la presente invención.

La Figura 2 muestra una vista esquemática de una realización del aparato de acuerdo con la presente invención, correspondiente a una versión del procedimiento de acuerdo con la presente invención.

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

Con referencia ahora a las figuras descritas anteriormente, la presente invención propone un aparato y procedimiento para la producción de hilo de monofilamento.

El procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende las etapas secuenciales de polimerización en estado sólido de escamas de poliéster o poliamida (es decir, poliamida 6.6, poliamida 6, copolímeros de poliamida 6.6/poliamida 6 o mezclas de las mismas), hilado de monofilamentos de múltiples extremos, enfriamiento rápido con agua, estiramiento y embobinado a alta velocidad de hilos de monofilamentos como producto.

El esquema del aparato de acuerdo con la presente invención se da en la Figura 1, en el que la secuencia entre las unidades de procedimiento en el aparato se enfatiza con flechas, que también corresponden a la dirección de flujo del extruido (por lo tanto, de los filamentos) en todo el aparato. Lo mismo se aplica a la Figura 2, en la que se esquematizan una realización preferente del aparato y la dirección del flujo en la producción.

El aparato comprende una máquina de hilar (1) que tiene una salida de extrusión para dejar salir el extruido en una dirección principalmente vertical (principalmente paralela y codireccional con el vector de gravedad, es decir, hacia abajo, es decir, hacia el centro de gravedad de la Tierra, con una desviación máxima de 5° (más de 360°) de una cuerda de un péndulo estancado en una posición de equilibrio, durante su uso). En consecuencia, tal máquina de

hilar se considera definible como una máquina de hilar vertical. El aparato comprende además un baño de agua (2) (que también puede denominarse tanque de enfriamiento rápido), para el enfriamiento rápido y la optimización de la cristalinidad de las fibras al salir de la máquina de hilar (1). Al baño de agua (2) le sigue un dispositivo de chorro de vacío (3) para transferir los filamentos en dirección vertical (hacia abajo). Al dispositivo de chorro de vacío le sigue un chorro de vapor (4) que proporciona vapor sobrecalentado a una temperatura dentro de un intervalo entre 300 °C y 380 °C, preferiblemente dentro de un intervalo entre 345 °C y 355 °C. La presión del vapor está preferiblemente dentro de un intervalo entre 4 bar y 5 bar.

El recubrimiento uniforme de monofilamento con agua es de gran importancia, ya que, de lo contrario, los monofilamentos se vuelven frágiles, tienen menor elongación al romperse y tienen menor tenacidad.

El aparato y el procedimiento de acuerdo con la presente invención proporcionan un módulo mejorado y una velocidad mejorada en todo el procedimiento que corresponde a una capacidad 3-4 veces mayor en comparación con las líneas de hilado comerciales típicas. El aumento de la capacidad corresponde a la disminución de los costos del producto gracias al bajo costo operativo por unidad de volumen del producto (es decir, hilo de monofilamento). El hecho de que la línea de producción sea principalmente vertical hace que el aparato requiera una huella mínima, lo que corresponde a un costo de inversión reducido en términos de uso del espacio. La reducción de costos se calcula en aproximadamente un 50 % en comparación con los sistemas de hilado de monofilamento comerciales fácilmente disponibles. Además, el hilado vertical permite un hilado de 3 a 4 veces más rápido en comparación con las líneas de producción de monofilamento de poliamida comerciales conocidas.

### Ejemplo

En ensayos ejemplares del procedimiento y aparato de acuerdo con la presente invención, se logró una velocidad de embobinado de 1.300 m/min para la producción de hilo de monofilamento de 12 extremos. Los filamentos tenían valores de densidad de masa lineal que variaban desde 100 dtex con un diámetro de filamento de 0,1 mm hasta 3.000 dtex con un diámetro de filamento de 0,6 mm; en los que dtex es la abreviatura de decitex (es decir, la masa del filamento en gramos por 10.000 metros). Los parámetros del procedimiento y las propiedades mecánicas de los productos estimados se resumieron en la Tabla 1 (véase la Tabla 1 que resume los parámetros del procedimiento y las propiedades físicas resultantes de los productos en varias pruebas experimentales de acuerdo con el aparato y procedimiento de la presente invención). Se consideró que la carga al 3 % de elongación (también conocido como 3 % LASE) y la elongación (%) a 4,5 kgf (también conocida como E 4,5) indicaban el módulo. El módulo del producto obtenido fue un 30-35 % mayor en comparación con los monofilamentos comerciales típicos. Para la aplicación de 'alambrón para neumáticos', se considera suficiente un valor de tenacidad de 7,5 gpd (abreviatura de gramo-fuerza por denier). Los hilos de monofilamento con valores de módulo más altos son ventajosos para lograr una mayor rigidez en los neumáticos y, en consecuencia, una menor resistencia a la rodadura de los mismos.

El aparato de acuerdo con la presente invención, que se utilizó en las ejecuciones ejemplares (ver Figura 2) comprende una máquina de hilar vertical (1), que comprende una hilera (11) y una placa de distribución (12) debajo de esta última para recibir el flujo de extruido (que se desplaza desde la hilera en una dirección vertical) para formar el hilo de monofilamento. El flujo (mostrado con flechas) continúa hacia el baño de agua (2). En el aparato utilizado en los experimentos, se prefirió mantener un espacio de aire (13) entre la máquina de hilar (1) y el baño de agua (2). Al baño de agua (2) lo siguió un dispositivo de chorro de vacío (3) que preferentemente estaba proporcionado adicionalmente con un dispositivo de extracción de agua (31). Los filamentos que pasaban por el dispositivo de chorro de vacío (3) fueron capturados por una pistola de succión (32) (que también podría denominarse chorro de succión), y dirigidos a una primera zona de estiramiento (33), y luego los filamentos se sometieron a un chorro de vapor (4) seguido de otra (segunda) zona de estiramiento como unidad principal de estiramiento (5). En el chorro de vapor (4), se aplica vapor sobre los filamentos a una presión de 4,5 bar. A continuación, los filamentos se sometieron a una etapa de relajación (51) y terminaron por el embobinado a alta velocidad en una embobinadora (6). El término "alta velocidad" se utilizó para velocidades superiores a 500 m/min, con mayor preferencia superiores a 1000 m/min, incluso con mayor preferencia superiores a 1.200 m/min. Se utilizó una velocidad de embobinado de 1.300 m/min en las pruebas experimentales.

En las pruebas experimentales, se empleó una viscosidad relativa de caída libre con respecto a la del ácido fórmico dentro del intervalo entre 88 y 100, y con mayor preferencia la viscosidad relativa de caída libre estaba dentro de un intervalo entre 93 y 97. A viscosidades relativas de ácido fórmico del polímero de caída libre que varían entre 75 y 100 (ASTM D 789), la tenacidad de 9,0 gpd y módulo (al 2 % de deformación) de 5,7 GPa (gigapascal,  $10^9$  N/m<sup>2</sup>) se lograron a una velocidad de embobinadora de 1.300 m/min. La poliamida a esta viscosidad relativa se fundió y se extruyó a través de una hilera de 12 orificios en un baño de agua para enfriar rápidamente los monofilamentos hilados. Un espacio de aire (distancia que permite que los monofilamentos hilados entren en contacto con el aire para un preenfriamiento preferido de los filamentos recién hilados) dentro de un intervalo entre 20 cm y 80 cm estaba presente entre el baño de agua y los orificios de la hilera. Dicha distancia también aumenta el nivel de cristalinidad del material monofilamento antes de entrar al baño de agua.

La tenacidad, el módulo y el comportamiento de contracción de los (mono-) filamentos comienzan a desarrollarse aumentando aún más el nivel de cristalinidad de los mismos mientras pasan a través del baño de agua. Con este fin, la temperatura del baño de agua se mantiene preferentemente dentro de un intervalo entre 7 °C y 20 °C.

5 Se tiraron de los monofilamentos preferentemente mediante un rodillo extractor a la salida del baño de agua, en el que el rodillo extractor sirve para lanzar los filamentos (por ejemplo, al suelo frente a la salida del depósito de agua), antes de que los filamentos se sometan al chorro de vacío. En cada prueba experimental, la velocidad lineal en la superficie del rodillo extractor que entra en contacto con los filamentos se ajustó a un valor dentro del intervalo entre 100 m/min y 300 m/min, de acuerdo con el valor dtex de los monofilamentos y la velocidad de la embobinadora.

10 Los monofilamentos se deshidratan preferentemente antes de entrar en contacto con el rodillo extractor. Los monofilamentos (que pueden caer al suelo) pueden dirigirse por un operador al chorro de vacío. El aparato de chorro de vacío lanza los monofilamentos a la unidad de estiramiento, y es crítico para transferir el monofilamento (de múltiples extremos, por ejemplo, 12 extremos) a alta velocidad, por ejemplo, 1.300 m/min.

15 Los monofilamentos transferidos a la unidad de estiramiento se pueden capturar preferentemente de acuerdo con un procedimiento divulgado en TR 2014/03829. Luego, los monofilamentos se envuelven alrededor de un rodillo de alimentación. Aquí, no se desea ningún estiramiento entre el rodillo extractor y el rodillo de alimentación, por lo tanto, la velocidad lineal en las superficies laterales del rodillo de alimentación es cercana a la del rodillo extractor. En tal caso, la relación entre las velocidades lineales en las superficies laterales del rodillo de alimentación y del rodillo extractor está preferentemente dentro de un intervalo entre 0,95 y 1,05.

20 Entre el rodillo de alimentación y los rodillos de la primera etapa, los monofilamentos se sometieron a vapor para la localización del punto de estiramiento y para aumentar la relación de estiramiento. Se aplicó vapor a través de una abertura a una temperatura dentro de un intervalo entre 300 °C y 380 °C, con mayor preferencia entre 300 °C y 340 °C, incluso con mayor preferencia entre 310° y 330 °C. En las pruebas experimentales, la temperatura del vapor fue de 320 °C. La presión del vapor se mantuvo dentro de un intervalo entre 4 bares y 5 bares.

25 Luego, los monofilamentos se transfirieron a una unidad de estiramiento (principal) (que también podría denominarse rodillos de segunda etapa) donde se aplicó una relación de estiramiento máxima a los monofilamentos, a una alta velocidad (para las pruebas experimentales, la velocidad fue de hasta 1.400 m/min). La tenacidad se desarrolla principalmente en esta etapa. Para valores óptimos de tenacidad, preferentemente, la superficie de contacto del monofilamento de los rodillos en la unidad de estiramiento principal debe mantenerse a una temperatura dentro del intervalo entre 225 °C y 250 °C, con mayor preferencia entre 235 °C y 245 °C. En las pruebas experimentales, la temperatura superficial de los rodillos en la unidad de estiramiento principal se mantuvo a 240 °C. A una velocidad de embobinado de 1.300 m/min para 12 monofilamentos extremos, se consiguió una relación de estiramiento total de aproximadamente 5,05x con el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

30 En las pruebas experimentales, los monofilamentos se transfirieron a rodillos de relajación al salir de la unidad principal de estiramiento. Posteriormente, los monofilamentos se transfirieron a bobinas con bridas en la embobinadora con una pistola de succión (chorro de succión). Para proporcionar una productividad mejorada, los monofilamentos se transfirieron a través de los rodillos por separado. El procedimiento y el aparato de acuerdo con la presente invención permitieron una tasa de producción de polímero que variaba entre 16 y 67 kg/h en función de la densidad de masa lineal de los monofilamentos. Además, en las pruebas experimentales, se lograron velocidades de hilado de 3 a 4 veces más altas en comparación con las líneas de producción comerciales conocidas; a pesar de la forma de la sección transversal del producto.

35 El procedimiento y aparato de acuerdo con la presente invención son especialmente adecuados para la producción de monofilamentos con una gran cantidad de extremos, lo que corresponde a monofilamentos superiores a 4 extremos, con mayor preferencia para monofilamentos con 12 o más extremos, ya que la producción a alta velocidad sin pérdidas de 12 o más monofilamentos extremos se mejora mucho con el procedimiento y aparato de acuerdo con la presente invención.

55 **Tabla 1.** Parámetros del procedimiento y propiedades físicas del producto resultante (hilo de monofilamento)

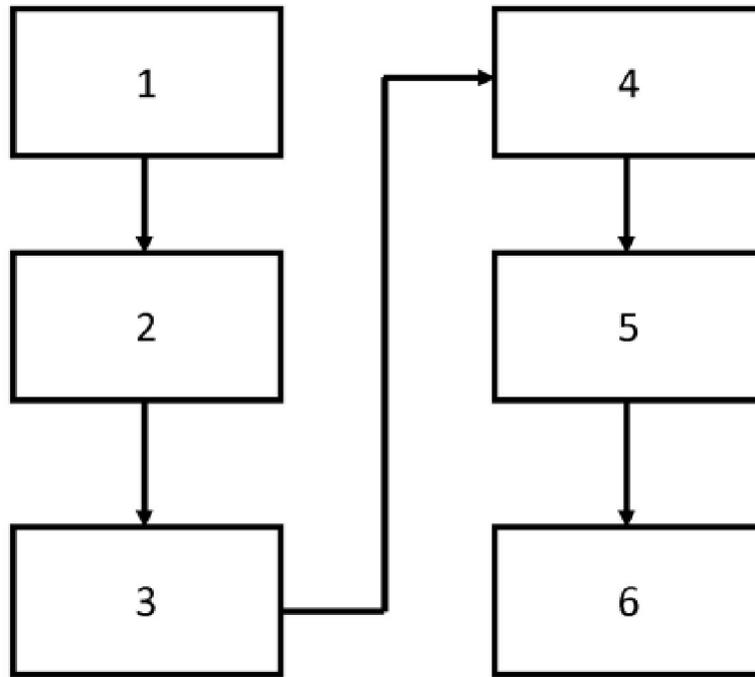
Prueba #	1	2	3	4	5
Densidad de masa lineal del producto (dtex)	475	475	475	810	1100
Hilera - distancia del agua (mm)	300	300	300	200	200
60 Temperatura de enfriamiento rápido del agua (baño de agua) (°C)	20,00	10,00	10,00	18,00	15,00
Velocidad del rodillo de alimentación (m/min)	122	195	292	129	133
Rodillo de extracción de la segunda etapa (m/min)	619	900	1400	619	583
65 Velocidad de embobinado (m/min)	613	885	1300	603	600

ES 2 815 554 T3

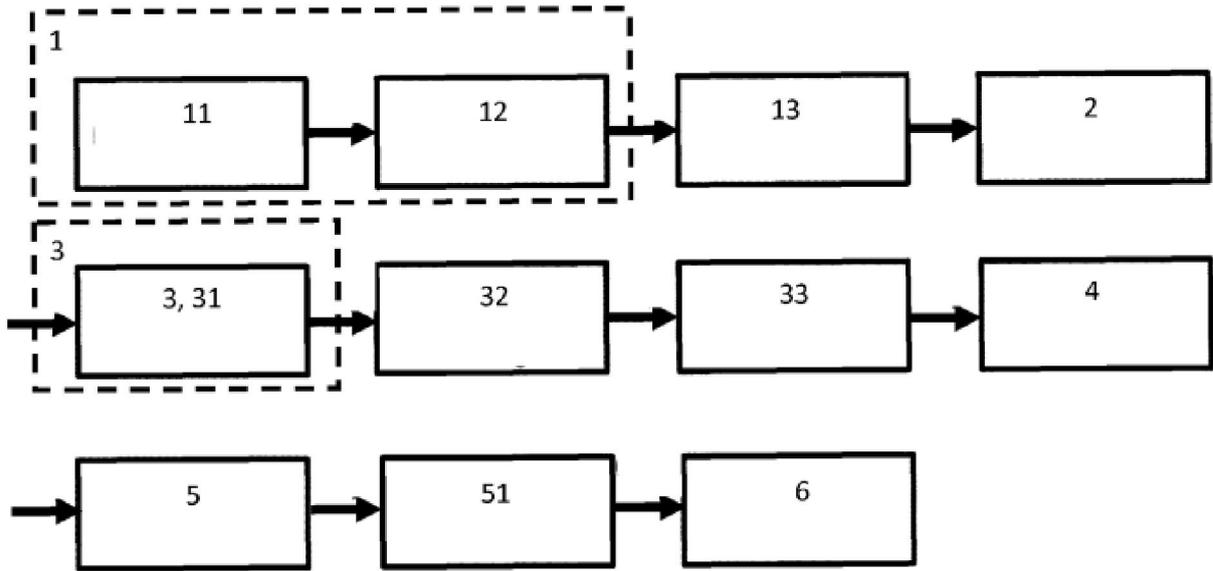
Prueba #	1	2	3	4	5
5 Primera relación de estiramiento (velocidad del rodillo de alimentación/rodillo de 1 etapa)	3,10	2,60	2,70	2,80	2,50
Relación de estiramiento total (velocidad del rodillo de alimentación/rodillo de 2 etapa)	5,05	4,60	4,79	4,80	4,40
Relajación (%)	3,00	3,00	5,00	3,00	4,00
10 Temperatura del chorro de vapor (°C)	280	330	320	330	329
Tenacidad (gpd) (de acuerdo con ASTM D 885)	9,0	8,7	8,2	7,8	7,5
Elongación a la rotura (%) (ASTM D 885)	16,8	16,7	18	18,1	20,1
Carga al 3 % de elongación (3 % LASE) (ASTM D 885)	0,63	0,6	0,65	0,97	1,12
15 Elongación (%) a 4,5 kgf (E 4,5) (ASTM D 885)	-	-	-	12,5	11,15
Módulo (GPa) (ASTM D 885)	5,2	5,4	5,7	5,2	5,0

**REIVINDICACIONES**

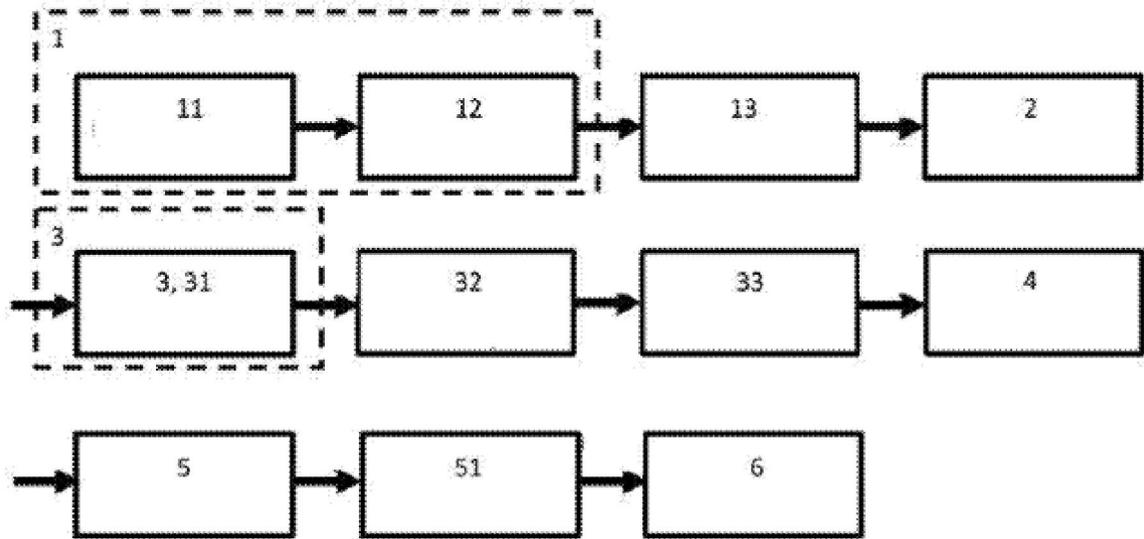
1. Un aparato de producción de hilo de monofilamento de múltiples extremos que comprende las siguientes unidades de procedimiento secuenciales a lo largo de la dirección de flujo de los monofilamentos:
- 5 a) una máquina de hilar vertical (1) que comprende una hilera (11) que tiene orificios de salida del material extruido, la máquina de hilar que comprende además una placa de distribución (12) debajo de la hilera,
  - b) un baño de agua (2) adaptado para proporcionar una temperatura del baño de agua dentro del intervalo entre 7 °C y 20 °C para enfriar rápidamente los monofilamentos hilados,
  - 10 c) un dispositivo de chorro de vacío (3) para transferir monofilamentos del baño de agua,
  - d) un chorro de vapor (4) configurado para proporcionar vapor sobrecalentado a una temperatura dentro del intervalo entre 300 °C y 380 °C y a una presión dentro del intervalo entre 4 bares y 5 bares,
  - e) una unidad de estiramiento (5),
  - f) una embobinadora de monofilamentos (6) para embobinar monofilamentos a una velocidad superior a 500 m/min,
  - 15 un espacio de aire (13) que está presente entre la máquina de hilar (1) y el baño de agua (2), y dicho espacio de aire que corresponde a una distancia dentro de un intervalo entre 20 cm y 80 cm entre el baño de agua (2) y los orificios de salida del material extruido de la hilera (11).
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la embobinadora de monofilamento (6) está configurada para proporcionar una velocidad que supera los 1.000 m/min.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la embobinadora de monofilamento (6) está configurada para proporcionar una velocidad que supera los 1.200 m/min.
- 25 4. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una pistola de aspiración (32) y una primera zona de estiramiento (33) entre el dispositivo de chorro de vacío (3) y el chorro de vapor (4).
5. Un procedimiento para la producción de hilo de monofilamento de múltiples extremos, que comprende las siguientes etapas secuenciales:
- 30 i) hilar los monofilamentos desde una hilera que tiene orificios de salida del material extruido, sobre una placa de distribución en una dirección que es sustancialmente paralela y codireccional con el vector de gravedad
  - ii) enfriar rápidamente los monofilamentos hilados en un baño de agua que se mantiene a una temperatura dentro del intervalo entre 7 °C y 20 °C, en el que hay un espacio de aire entre la máquina de hilar y el baño de agua, dicho espacio de aire que corresponde a una distancia dentro de un intervalo entre 20 cm y 80 cm entre el baño de agua y los orificios de salida del material extruido de la hilera,
  - 35 iii) transferir los monofilamentos del baño de agua mediante el uso de un dispositivo de chorro de vacío,
  - iv) suministrar vapor sobrecalentado a una temperatura dentro del intervalo entre 300 °C y 380 °C y a una presión dentro del intervalo entre 4 bares y 5 bares, sobre los monofilamentos, mediante el uso de un chorro de vapor,
  - 40 v) estirar los monofilamentos mediante el uso de una unidad de estiramiento,
  - vi) embobinar los monofilamentos a una velocidad superior a 500 m/min, mediante el uso de una embobinadora de monofilamentos.
- 45 6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha velocidad es superior a 1.000 m/min.
7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicha velocidad es superior a 1.200 m/min.
8. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que las siguientes etapas de procedimiento secuenciales adicionales se aplican entre las etapas (iii) y (iv):
- 50 - una succión de los monofilamentos mediante el uso de una pistola de succión, y
  - un primer estiramiento de los monofilamentos en una primera zona de estiramiento.
9. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que los monofilamentos de múltiples extremos tienen 12 o más extremos.
- 55



**FIGURA 1**



**FIGURA 2**



**FIGURA 3**