



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 331 480**

51 Int. Cl.:

D01F 6/04 (2006.01)

D01D 5/084 (2006.01)

D01D 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05799794 .2**

96 Fecha de presentación : **14.10.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1817446**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.08.2007**

54

Título: **Procedimiento para obtener un producto similar a un monofilamento.**

30

Prioridad: **14.10.2004 EP 04077833**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.01.2010

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.01.2010

73

Titular/es: **DSM IP Assets B.V.**
Het Overloon 1
6411 TE Heerlen, NL

72

Inventor/es: **Dirks, Christiaan, Henri, Peter y**
Simmelink, Joseph, Arnold, Paul, Maria

74

Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 331 480 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para obtener un producto similar a un monofilamento.

5 La invención se refiere a un procedimiento para obtener un producto similar a un monofilamento a partir de un precursor que contiene al menos una hebra de fibras hechas de polietileno de masa molar ultraelevada, que comprende a) exponer el precursor a una temperatura en el intervalo del punto de fusión del polietileno durante un tiempo suficiente para fundir al menos parcialmente fibras adyacentes, y b) estirar simultáneamente el precursor.

10 La invención se refiere además a un producto similar a un monofilamento obtenible mediante dicho procedimiento, y al uso de dicho producto similar a un monofilamento para obtener diversos productos semiacabados y productos de uso final.

15 Tal procedimiento se conoce desde el documento EP 0740002 B1. En esta publicación de patente se describe un procedimiento para obtener una línea de pesca a partir de hilos de materiales filamentosos, en el que una línea hecha de hilos trenzados, retorcidos, o retorcidos y doblados de filamentos de polietileno hilados en forma de gel se expone a una temperatura en el intervalo de punto de fusión de dicho polietileno durante un tiempo suficiente para fundir al menos parcialmente filamentos adyacentes a la vez que dicha línea se estira a una relación de estiramiento en el intervalo de 1,01 a 2,5. La aplicación de tal relación de estiramiento al precursor durante la exposición al calor es necesaria a fin de mantener los filamentos bajo tensión de alargamiento, para evitar una disminución de la resistencia del producto como resultado de procesos de relajación molecular térmica. Los hilos aplicados en este procedimiento son hilos de múltiples filamentos, continuos, de resistencia elevada, más específicamente los hilos obtenidos mediante el denominado hilado en forma de gel de polietileno de masa molar ultraelevada (UHMWPE), por ejemplo hilos comercialmente disponibles con los nombres comerciales Spectra® o Dyneema®. Se afirma que los productos similares a monofilamentos así obtenidos en el documento EP 0740002 B1 muestran menos rascadura, y tienen una fricción superficial menor que las líneas trenzadas o retorcidas correspondientes, a la vez que todavía muestran una resistencia elevada favorable.

25 En el documento WO 2004/033774 A1 se aplica un procedimiento de fusión similar a un precursor que contiene un hilo hilado obtenido a partir de fibras discontinuas de UHMWPE como hebra.

30 Los hilos de pesca son generalmente monofilamentos obtenidos a partir de polímeros sintéticos, que tienen una estructura firme, redonda, que permite la manipulación conveniente para la pesca de lance corto, la pesca de lance largo, y la pesca de lance corto con carretes con menos enredo. Tales líneas monofilamentosas tienen generalmente una naturaleza rígida y una superficie lisa, que se combinan para reducir la resistencia durante el lance y permiten lanzamientos más lejos a la vez que proporcionan una mejor liberación desde los carretes de pesca. Las líneas trenzadas que contienen una multitud de filamentos son menos adecuadas para las líneas de pesca, debido a que tienen tendencia a la rascadura al final de la línea, pueden atrapar agua, presentan una superficie externa que es vulnerable a enganchones y al enmarañamiento, y tienen un aspecto opaco que es demasiado visible debajo del agua.

35 El procedimiento conocido desde el documento EP 0740002 B1 permite obtener líneas de pesca similares a monofilamentos a partir de líneas trenzadas o retorcidas hechas de hilos de múltiples filamentos de polietileno, líneas las cuales tienen ventajas específicas con respecto a las líneas trenzadas. El comportamiento de tales líneas fundidas también es comparativamente favorable con el de un monofilamento convencional hecho de, por ejemplo, poliamida mediante extrusión en fundido, a la vista de su mayor resistencia a la tracción (o tenacidad) y rigidez. Tales líneas térmicamente fundidas también tienen una ventaja con respecto a productos similares a monofilamentos obtenidos uniendo juntos múltiples filamentos con un agente de unión, por ejemplo mediante una etapa de impregnación en fundido con un polímero termoplástico como LDPE como se describe en el documento US 5601775, por cuanto muestran generalmente una mayor tenacidad; la resistencia de las fibras constituyentes no se "diluye" por la presencia de un agente de unión polimérico.

40 Una desventaja de tales líneas filamentosas fundidas es su tendencia a mostrar peladura: como resultado de la abrasión de la línea, por ejemplo por el movimiento a lo largo de los elementos guía durante el lance y pesca, los filamentos fundidos en la superficie se pueden deslaminar, y el material filamentosos libre se reordena por sí mismo en la línea en pequeñas peladuras. Está claro que una línea que muestre tal peladura se comportará peor en el lance, etc. Por lo tanto, es deseable tener un producto similar a un monofilamento hecho de un precursor que contiene fibras hechas de UHMWPE que combine propiedades de elevada tracción y resistencia de los nudos con una resistencia mejorada a la abrasión, especialmente que muestre poca peladura.

45 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento para obtener un producto similar a un monofilamento que no muestre, o al menos en un grado reducido, dicha desventaja.

50 Este objeto se logra según la invención con un procedimiento para obtener un producto similar a un monofilamento a partir de un precursor que contiene al menos una hebra de fibras hechas de polietileno de masa molar ultraelevada, que comprende a) exponer el precursor a una temperatura en el intervalo de punto de fusión del polietileno durante un tiempo suficiente para fundir al menos parcialmente fibras adyacentes, y b) estirar simultáneamente el precursor, en el que el precursor a una relación de estiramiento de al menos 1,0 se comprime mecánicamente durante la fusión.

ES 2 331 480 T3

Con el procedimiento según la invención, se puede obtener un producto similar a un monofilamento, de resistencia elevada, hecho de fibras de UHMWPE, producto el cual tiene un aspecto superficial más liso, y una resistencia a la abrasión mejorada, por ejemplo una tendencia reducida al pelado durante el uso como línea de pesca, que los productos similares conocidos, que le hacen muy adecuado para uso como línea de pesca y similar. Una ventaja adicional del procedimiento según la invención es que se pueden obtener productos similares a monofilamentos muy finos.

El producto similar a un monofilamento, obtenido mediante el procedimiento según la invención, tiene un tacto o sensación agradable, y se puede manipular y anudar, y muestra una resistencia de los nudos muy elevada y una eficacia de la resistencia de los nudos. Con el procedimiento según la invención también es posible obtener una línea con un aspecto superficial similar a un monofilamento, pero con una flexibilidad más parecida a una construcción de un hilo de múltiples filamentos. Tal producto tiene típicamente una estructura de cubierta-núcleo; esto es, tiene una cubierta no porosa de filamentos fundidos, y un núcleo de carácter principalmente filamentosos. Una ventaja adicional del procedimiento según la invención es que se puede aplicar con eficacia elevada a hilos de múltiples filamentos retorcidos y/o enmarañados al aire, a precursores de múltiples filamentos trenzados, así como a precursores basados en fibras discontinuas cortas; y que es posible controlar la formación de dicha estructura de cubierta-núcleo.

Con el procedimiento según la invención se obtiene un producto similar a un monofilamento a partir de un precursor de múltiples filamentos. Se entiende que un producto similar a un monofilamento es un producto que tiene un aspecto y tacto que se parece más al de un monofilamento que al de un hilo o cuerda de múltiples filamentos, pero que realmente está hecho de una multitud de filamentos continuos o cortos que tienen típicamente un diámetro menor que alrededor de 50, a menudo menor que 30 micrómetros. El producto similar a un monofilamento puede tener un diámetro que varía en un amplio intervalo, por ejemplo desde alrededor de 0,05 hasta varios milímetros. Para productos con una sección transversal no redonda, la densidad lineal o título sería una unidad más adecuada. El título del producto similar a un monofilamento puede variar desde por ejemplo 5 dtex hasta varios miles de dtex. Un precursor se entiende aquí que es un artículo de longitud indefinida que contiene al menos una hebra de fibras hechas de polietileno de masa molar ultraelevada, por ejemplo uno o más hilos de múltiples filamentos de 25-2.000 dtex de título, y se usa como alimentación o material de partida en el procedimiento según la invención. Un precursor adecuado puede estar en forma de por ejemplo una cuerda trenzada, un hilo doblado y retorcido, una cuerda o cordón que comprende un número de hebras que contienen fibras de UHMWPE, pero también puede ser un hilo hilado de una sola hebra. Una hebra de fibras hechas de UHMWPE se entiende que es un artículo fibroso como un hilo, e incluye tanto hilos de múltiples filamentos basados en filamentos continuos así como un hilo hilado obtenido a partir de fibras discontinuas cortas. El precursor contiene predominantemente fibras de UHMWPE, es decir, 50% en masa o más de la cantidad total de fibras; preferiblemente, el precursor contiene al menos 70, 80, 90% en masa de fibras de UHMWPE, o incluso consiste sustancialmente sólo en tales fibras. Esto da como resultado una línea con un comportamiento mecánico elevado, especialmente una tenacidad elevada.

El polietileno de masa molar ultraelevada, también denominado como polietileno de peso molecular ultraelevado y abreviado UHMWPE, tiene una viscosidad intrínseca (IV) de más de 5 dl/g. La IV se determina según el método PTC-179 (Hercules Inc. Rev. abr. 29, 1982) a 135°C en decalina, siendo el tiempo de disolución 16 horas, con DBPC como antioxidante en una cantidad de 2 g/l de disolución, y la viscosidad a diferentes concentraciones se extrapola hasta concentración cero. La viscosidad intrínseca es una medida de la masa molar (también denominada peso molecular) que se puede determinar más fácilmente que los parámetros de la masa molar real, como M_n y M_w . Hay varias relaciones empíricas entre IV y M_w , por ejemplo $M_w = 5,37 \times 10^4 [IV]^{1,37}$ (véase el documento EP 0504954 A1), pero tal relación depende mucho de la distribución de masas molares. El hilo de filamentos de UHMWPE se puede preparar hilando una disolución de UHMWPE en una fibra de gel y estirando la fibra antes, durante y/o después de la eliminación parcial o total del disolvente; esto es, vía un procedimiento denominado de hilado en gel. El hilado en gel de UHMWPE es bien conocido por la persona experta en la técnica, y se describe en numerosas publicaciones, incluyendo EP 0205960 A, EP 0213208 A1, US 4413110, GB 2042414 A, EP 0200547 B1, EP 0472114 B1, WO 01/73173 A1, y Advanced Fiber Spinning Technology, Ed. T. Nakajima, Woodhead Publ. Ltd (1994), ISBN 1-855-73182-7, y las referencias citadas allí. El hilado en gel se entiende que incluye al menos las etapas de hilar al menos un filamento a partir de una disolución de polietileno de peso molecular ultraelevado en un disolvente del hilado; enfriar el filamento obtenido para formar un filamento en gel; eliminar al menos parcialmente del filamento en gel el disolvente del hilado; y estirar el filamento en al menos una etapa de estirado antes, durante o después de eliminar el disolvente del hilado. A la vista de la solubilidad del UHMWPE y de la procesabilidad de la disolución, el UHMWPE tiene preferiblemente una IV de como máximo 40 dl/g. Los disolventes del hilado adecuados incluyen, por ejemplo, parafinas, aceite mineral, queroseno o decalina. El disolvente del hilado se puede eliminar mediante evaporación, extracción, o mediante una combinación de las rutas de evaporación y extracción.

El procedimiento según la invención comprende la etapa de exponer el precursor a una temperatura dentro del intervalo de punto de fusión del UHMWPE durante un tiempo suficiente para fundir al menos parcialmente fibras adyacentes. Las condiciones de esta etapa de fusión se escogen de forma que la temperatura y el tiempo de exposición sean suficientes para ablandar especialmente una capa superficial de las fibras y permitir que se fundan al menos parcialmente, especialmente aquellas fibras en la superficie externa de la línea del precursor. El intervalo de punto de fusión del UHMWPE es el intervalo de temperaturas entre el punto de fusión pico de un polímero no orientado y el punto de fusión pico de una fibra de UHMWPE muy orientada restringida, según se determina mediante análisis de DSC usando una velocidad de barrido de 20°C/min. Para filamentos de UHMWPE, que muestran típicamente un intervalo de punto de fusión de 138-162°C, la temperatura está preferiblemente en el intervalo de alrededor de 150°C a alrededor de 157°C. Los tiempos de residencia durante los cuales el precursor se expone a la temperatura de fusión

ES 2 331 480 T3

5 pueden variar dentro de un amplio intervalo, pero típicamente están en el intervalo de alrededor de 5 segundos hasta alrededor de 1.500 segundos. Aunque temperaturas mayores tienden a potenciar el proceso de fusión, se debería de tener cuidado en no aplicar demasiada temperatura o demasiado tiempo, ya que esto puede provocar una pérdida de resistencia del producto, que resulta por ejemplo de la fusión parcial u otros efectos de relajación molecular dentro del núcleo de los filamentos. Un perfil de incremento (por etapas) de la temperatura ofrece ventajas con respecto a tal control de la temperatura y de la fusión. Los medios adecuados para llevar a cabo este proceso incluyen hornos con un control exacto de la temperatura y medios de estirado, que son conocidos por la persona experta, así como medios alternativos para llevar a cabo el procedimiento según la invención.

10 Durante el proceso de fusión, el aspecto del precursor puede cambiar típicamente desde un aspecto inicial opaco, por ejemplo de color blanco, hasta un aspecto superficial translúcido, lechoso, o incluso sustancialmente transparente del producto, dependiendo del grado de fusión y tipo de material precursor. La transmisión de luz del producto aumenta al aumentar el grado de fusión entre las fibras. Tal incremento en la translucidez o transmisión de luz es una ventaja definitiva para la aplicación como líneas de pesca bajo el agua. El color blanco natural también se ha ajustado mediante adición de colorantes.

15 Para un producto similar a un monofilamento que muestre una baja rascadura en el extremo y poco pelado de la superficie es suficiente que se funda al menos parcialmente una capa superficial externa de la línea, como se puede observar mediante el incremento de la translucidez. Sin embargo, se prefiere un grado mayor de fusión, por ejemplo uniendo también filamentos en partes más internas del precursor o de la hebra, para obtener un producto con una mayor rigidez a la flexión y una mayor transparencia, esto es, con características aún más similares a un monofilamento.

20 Con el procedimiento según la invención es posible obtener de manera controlada una capa superficial fundida externa que sea sustancialmente no porosa comprimiendo mecánicamente el precursor filamentosamente durante la fusión térmica, por ejemplo aplicando una fuerza alrededor del precursor sobre su superficie. Tal producto muestra una superficie lisa con una resistencia mejorada a la abrasión, por ejemplo poca tendencia a los efectos de deslaminación como el pelado. La capa superficial fundida puede encerrar un núcleo que aún tenga un carácter principalmente filamentosamente, proporcionando más flexibilidad al producto. El grado de fusión se puede ajustar variando la temperatura y/o el tiempo de exposición, y variando especialmente la fuerza aplicada para comprimir en el procedimiento según la invención.

25 El grado de fusión se puede determinar en el producto obtenido, por ejemplo mediante evaluación visual, por ejemplo a simple vista o usando un microscopio óptico o electrónico, de la superficie y/o de una sección transversal; o midiendo propiedades mecánicas como la resistencia o la rigidez. Otra posibilidad es determinar la cantidad y velocidad de absorción de un líquido coloreado, por ejemplo de un marcador, como se describe en el documento EP 0740002 B1. El grado de fusión también se puede derivar a partir de un ensayo, en el que el producto cargado se erosiona sobre una superficie, por ejemplo una varilla metálica o de cerámica, y se determina el número de movimientos hasta que el producto similar a un monofilamento se desintegra en sus filamentos constituyentes, o comienza a mostrar peladura como resultado de la ruptura de algunos de los filamentos.

30 Se ha encontrado que si se aplica cierta fuerza compresiva alrededor de la superficie del precursor se mejora la eficacia de fusión térmica, y se produce una fusión más homogénea de los filamentos, especialmente en la capa externa. Esto da como resultado un aspecto superficial más liso, y mejora la resistencia a la abrasión del producto similar a un monofilamento. Aplicando fuerzas compresivas, también se puede influir en la geometría (sección transversal) del producto. Fuerzas sustancialmente iguales, aplicadas a toda el área superficial durante la fusión, darán probablemente como resultado un producto casi redondo; mientras que las fuerzas distribuidas de forma no homogénea darían como resultado productos que no tienen secciones transversales redondas, por ejemplo secciones transversales oblongas.

35 En una realización preferida del procedimiento según la invención, el precursor se comprime durante la fusión haciendo pasar el precursor sobre al menos un elemento guía que tiene una superficie que comprende una ranura o rendija, de forma que sustancialmente toda la superficie del precursor se pone en contacto con el elemento en el interior de una ranura al menos una vez, y se ejerce una fuerza sustancialmente alrededor de todo el precursor. Preferiblemente, la ranura tiene forma de V, con una abertura en la parte superior de una dimensión tal que permite la entrada fácil de un precursor filamentosamente que se puede haber extendido en cierto grado, y teniendo la parte inferior de la ranura una dimensión y geometría tales para definir la dimensión y forma deseadas del producto similar a un monofilamento. El elemento guía puede ser una barra cilíndrica estática, pero es preferiblemente una rueda o rodillo que gira libremente, o un rodillo mecánico. La fuerza ejercida sobre la línea se puede ajustar cambiando la tensión en la línea, ajustando el diámetro de un elemento cilíndrico, y/o cambiando la longitud de la superficie de contacto (o del ángulo de contacto) entre la línea y el elemento. La persona experta puede encontrar combinaciones deseables mediante alguna experimentación. Una ventaja adicional de esta forma de operar el procedimiento según la invención es que, eligiendo la geometría de la ranura, se puede controlar la geometría de la sección transversal del producto similar a un monofilamento, y se puede mantener constante durante la producción a lo largo de una gran longitud del producto. Por ejemplo, aplicando una ranura con forma de V con un fondo redondo, cuyo radio se ajusta al precursor y al diámetro deseado del producto, se puede obtener un producto cilíndrico u oval; pero también son posibles otras geometrías. El ángulo de la ranura (ángulo virtualmente hecho por sus paredes laterales) no es crítico, y puede variar dentro de amplios límites. Un ángulo adecuado parece ser alrededor de 50-70°. El dimensionamiento de una ranura también puede ser diferente para elementos subsiguientes en caso de que se aplique más de un elemento guía, por ejemplo el radio de un fondo redondo puede disminuir por etapas para comprimir posteriormente la línea. Se encuentra que la aplicación de 2 o más elementos proporciona resultados más consistentes, más preferiblemente se

ES 2 331 480 T3

usan al menos 3, 4, 5, 6 o incluso 7 elementos. La aplicación de un número impar de elementos guía tiene la ventaja de que la línea puede seguir una ruta virtualmente recta antes y después de pasar los elementos, lo que permite un diseño y funcionamiento más simples del horno. En una realización específicamente preferida, se aplica un número impar de elementos guía, elementos los cuales están montados en dos grupos (número de elementos que difieren en 1; por ejemplo 3 y 2, 4 y 3) en dos partes del armazón, partes las cuales se pueden mover entre sí a una posición abierta y una posición cerrada. En la posición abierta, la línea se puede hacer pasar fácilmente entre los elementos, mientras que, con el cierre subsiguiente, la línea entrará en contacto con todos los elementos. Esta realización permite un comienzo fácil del proceso de fusión (y estirado) y se ilustra adicionalmente en la Figura 1.

La Figura 1(a) representa esquemáticamente dos partes (2) del armazón, con rodillos adjuntos como elementos guía (3) en posición abierta, pasando libremente la línea (1); mientras que la Figura 1(b) muestra una posición (semi) cerrada, estando la línea en contacto con los rodillos en la ranura presente sobre su superficie. Obsérvese que al poner más juntas las partes del armazón, se puede incrementar adicionalmente la longitud de contacto de la línea (1) con los elementos guía (3).

Preferiblemente, el (la superficie del) elemento guía también se controla a una temperatura dentro del intervalo de punto de fusión del polietileno, para controlar mejor el grado de fusión y la geometría del producto, por ejemplo colocando los elementos en el interior de un horno de temperatura controlada usado para estirar y fundir. En una realización especial, el elemento tiene una temperatura ligeramente superior, por ejemplo, 1 ó 2 grados, que el ajuste de temperatura (de por ejemplo el horno aplicado) para el estiramiento y la fusión. La ventaja aquí es que la fusión es incluso más eficaz, y que se puede obtener una piel externa fundida bien definida.

En otra realización del procedimiento según la invención, el precursor se comprime mecánicamente durante la fusión, guiando y haciendo pasar el precursor a través de una abertura que tiene un área superficial en su punto más pequeño de como máximo igual al área de la sección transversal total del precursor, por ejemplo la suma de todas las áreas de la sección transversal de los filamentos, prensando juntos así los filamentos en el precursor. Los ejemplos de aberturas adecuadas incluyen una matriz cónica, un anillo, o un conjunto de anillos con un tamaño decreciente de aberturas. Se aplican igualmente las preferencias indicadas anteriormente para la geometría, ajuste de temperatura, etc., de los elementos guía ranurados. Sin embargo, el paso de un precursor a través de una abertura podría presentar algunas dificultades en la producción con respecto a la puesta en marcha, cambio de las dimensiones del producto deseado, etc. Algunos de estos inconvenientes se pueden reducir usando una abertura que está formada por al menos dos partes complementarias móviles, y que sólo forman la abertura encerrada cuando se ha puesto en marcha el proceso de estirado, teniendo cuidado de que ninguna parte de los filamentos del precursor se vean atrapadas al juntar las partes.

El producto similar a un monofilamento obtenido mediante el procedimiento anterior, que comprende comprimir mecánicamente durante la fusión, muestra una capa superficial sustancialmente no porosa, como se puede observar mediante microscopía óptica o electrónica, y tiene una geometría y área de sección transversal que muestran poca variación a lo largo de la longitud del producto. Dependiendo de las condiciones aplicadas, los filamentos internos pueden haber sido fundidos o no.

Las fibras aplicadas en el precursor se obtienen preferiblemente a partir de un polietileno lineal, esto es, a partir de un polietileno con menos de una cadena lateral por 100 átomos de carbono, y preferiblemente menos de una cadena lateral por 300 átomos de carbono; una cadena lateral o ramificación contiene al menos 10 átomos de carbono. El UHMWPE lineal contiene preferiblemente menos de 1% moles de comonomeros, tales como alquenos, más preferiblemente menos de 0,5 o incluso menos de 0,3% en moles. La ventaja de usar tal homopolímero es que se puede aplicar una mayor relación de estiramiento, dando como resultado mejores propiedades de tracción del producto.

Además del polímero de UHMWPE, las fibras pueden contener pequeñas cantidades, por ejemplo menores que 5% en masa, de aditivos que son habituales para tales fibras, tales como antioxidantes, acabados de la hilatura, estabilizantes térmicos, colorantes, etc.

Preferiblemente, como material de hebra para el precursor, se escogen fibras de UHMWPE que tienen una IV en el intervalo de 5-25 dl/g, más preferiblemente en el intervalo de 6-20, o incluso 7-15 dl/g. Aunque, en general, una mayor IV o masa molar de UHMWPE da como resultado una mayor resistencia mecánica obtenible para las fibras, la aplicación de filamentos de UHMWPE de IV relativamente baja en el presente procedimiento da como resultado un producto con una resistencia adicional mejorada a la abrasión; esto es, se reduce el efecto denominado de pelado (por ejemplo, menos material filamentoso visible sobre la superficie del producto durante su uso como línea de pesca).

El procedimiento según la invención se puede llevar a cabo con un precursor de diversas construcciones, por ejemplo de una construcción trenzada, o una construcción doblada (o plegadas) y retorcida, con hilos de múltiples filamentos enmarañados al aire, así como con precursores a base de fibras discontinuas cortas. Las construcciones adecuadas hechas de filamentos continuos se describen, por ejemplo, en el documento EP 0740002 B1, mientras que las composiciones y construcciones de hilos hilados adecuados se describen en el documento WO 2004/033774 A1. Una ventaja evidente del procedimiento según la invención es que se pueden obtener productos con un comportamiento muy bueno a partir de hilos retorcidos y/o enmarañados al aire como precursores, incluso a partir de hilos de títulos muy bajos; mientras que el procedimiento conocido no se puede aplicar a tales precursores, o al menos da como resultado productos con un comportamiento menos bueno. La aplicación de precursores retorcidos y/o enmarañados

ES 2 331 480 T3

al aire de títulos mayores que alrededor de 200 dtex, en lugar de construcciones de hilos hilados o trenzados, tiene la ventaja de que el precursor y el producto similar a un monofilamento se pueden obtener de forma fácil y costosamente eficaz. Si se desean productos de títulos bajos, se usará un precursor de menor título, y en tal caso se prefiere un precursor a base de un hilo hilado, en vista de las ventajas económicas.

5 El procedimiento según la invención incluye simultáneamente estirar el precursor a una relación de estiramiento, también denominada relación de estiramiento, de al menos 1,0, manteniendo de esa forma los filamentos bajo tensión y evitando que disminuya la resistencia del producto como resultado de procesos de relajación molecular térmica. Preferiblemente, se aplica una relación de estiramiento de al menos 1,1, 1,5, 2,0 o más preferiblemente de incluso al
10 menos 2,5, 2,8, o 3,0, para mejorar adicionalmente las propiedades, especialmente la resistencia a la tracción (tanto antes como después de obtener un nudo en la línea). Además, la aplicación de una relación de estiramiento mayor reducirá el título del producto resultante, e incrementa la flexibilidad de la producción. Por encima de una cierta relación de estiramiento, el efecto potenciador de las propiedades se estabiliza, o las propiedades pueden incluso disminuir como resultado de dañar o romper parcialmente las fibras. De este modo, la relación de estiramiento máxima depende
15 del tipo de precursor y sus filamentos, y es generalmente como máximo alrededor de 10, o como máximo 8 ó 6.

Preferiblemente, el producto obtenido con el procedimiento según la invención se enfría mientras se le mantiene bajo tensión. Esto tiene la ventaja de que se retiene mejor la orientación en el producto obtenido durante la fusión y estiramiento, tanto a nivel de filamentos como a nivel molecular. Tal tensión puede resultar, por ejemplo, del bobinado
20 del producto en paquetes tras las etapas precedentes del procedimiento.

El procedimiento según la invención puede comprender además una etapa precedente de pretratamiento del precursor, o una o más de las hebras allí, a fin de potenciar la unión entre filamentos durante la etapa de fusión. Tal etapa de pretratamiento puede incluir revestir el precursor con un componente o una composición; limpiar el precursor, esto es, eliminar por lavado los componentes de la superficie, como acabados del hilado, etc.; o aplicar un tratamiento con plasma o corona de alto voltaje, o cualquier combinación de los mismos. Preferiblemente, el precursor comprende
25 fibras de UHMWPE que están sustancialmente libres del acabado del hilado; queriendo decir que no se aplicó ningún acabado del hilado durante su producción, o que el acabado del hilado presente se eliminó en una etapa de pretratamiento. Esto tiene la ventaja de que se incrementa adicionalmente la resistencia a la abrasión del producto similar a un monofilamento, y que se observa incluso menos pelado durante el uso como línea de pesca.

En otra realización, el precursor se pretrata aplicando, por ejemplo sumergiendo o humedeciendo, una cantidad eficaz de un aceite mineral (por ejemplo aceite mineral de grado de transferencia de calor, con una masa molar media de alrededor de 250-700), un aceite vegetal (por ejemplo aceite de coco), o un disolvente, preferiblemente no volátil,
35 para polietileno, como parafina. Esta etapa de pretratamiento se puede llevar a cabo en condiciones ambientales, o a temperatura elevada hasta por debajo del intervalo de la temperatura de fusión de la fibra de polietileno, e incluso puede coincidir con el estiramiento y la fusión. La ventaja de esta etapa de realización es que se mejora adicionalmente la eficacia del proceso de fusión, esto es, se puede lograr un grado mayor de fusión en las mismas condiciones, o un grado similar a una temperatura ligeramente inferior, un tiempo menor o una fuerza menos compresiva. El aceite o disolvente puede comprender además otros aditivos, como colorantes o estabilizantes. La cantidad de aceite o disolvente puede variar ampliamente, por ejemplo de 0,1 a 25% en masa, basado en la fibras de UHMWPE. Para aplicaciones médicas, preferiblemente no se aplican, o se aplican cantidades muy bajas; para aplicaciones como líneas de pesca, las cantidades preferidas son 2-20, más preferiblemente 5-15% en masa.

El procedimiento según la invención puede comprender además una etapa en la que se aplica al producto una composición de revestimiento después de fundir y estirar, para formar una capa de revestimiento. Tal composición de revestimiento puede comprender un acabado del hilado típico, para permitir una manipulación y procesamiento más fáciles del producto en operaciones subsiguientes; un compuesto o una composición para controlar la adhesión durante la obtención subsiguiente de artículos de material compuesto que comprenden el producto; o una composición
50 aglutinante que mejora adicionalmente la integridad y resistencia del producto. Los ejemplos típicos de esta última incluyen composiciones aglutinantes de poliuretano o a base de poliolefinas, como copolímeros de etileno-acrílicos. La composición de revestimiento puede estar en forma de una disolución o una dispersión. Tal composición puede comprender además componentes que mejoran adicionalmente la resistencia a la abrasión o al corte del producto similar a un monofilamento. Los ejemplos de componentes que mejoran la resistencia al corte son pequeñas partículas en forma particulada, de elevada dureza superficial, como diversas partículas minerales o cerámicas. La composición
55 de revestimiento puede comprender además otros aditivos, como colorantes, estabilizantes, etc.

La invención también se refiere a un producto similar a un monofilamento que comprende fibras de UHMWPE al menos parcialmente fundidas, producto el cual se puede obtener mediante el procedimiento según la invención. El
60 producto similar a un monofilamento según la invención combina una resistencia a la tracción y un módulo elevados con una resistencia excelente a la abrasión; se puede anudar fácilmente, y el producto anudado muestra una resistencia elevada de los nudos. Este nuevo producto similar a un monofilamento tiene una resistencia a la abrasión mayor que productos similares a un monofilamento conocidos que comprenden filamentos de UHMWPE al menos parcialmente fundidos. Preferiblemente, la invención se refiere a un producto que tiene un título de al menos 400 dtex, preferiblemente en el intervalo de 400-1.000 dtex, y una resistencia a la abrasión (o pelado), de al menos 1.800, preferiblemente al menos 2.000 ó 2.200 ciclos. La resistencia a la abrasión se define como el número de ciclos hasta que la muestra presenta el primer pelado, según se determina mediante un procedimiento en el que la muestra se erosiona a temperatura ambiente ($21 \pm 2^\circ\text{C}$) colocándola sobre un ojete de acero inoxidable de 1,5 mm de diámetro con un ángulo de 90° ,
65

ES 2 331 480 T3

ojete el cual se sumerge en agua, y sometiendo a la muestra a movimientos oscilatorios a una frecuencia de 0,5 Hz con una longitud de pulso (longitud de la muestra que se mueve sobre la superficie) de 200 mm, con una carga constante de 0,5 kg sobre la muestra. Tal producto también tiene una elevada resistencia a la tracción, es decir, de al menos 15 cN/dtex, preferiblemente al menos 20, 25, 30 o incluso 35 cN/dtex.

5 En una realización especial, el producto similar a un monofilamento tiene una estructura de cubierta-núcleo; esto es, el producto tiene una capa exterior o cubierta de UHMWPE sustancialmente no porosa, y en el interior tiene filamentos de UHMWPE que no muestran fusión o apenas la muestran. La cubierta de UHMWPE que es sustancialmente no porosa se entiende que significa que no se pueden observar, o apenas se pueden observar, poros o espacios vacíos sobre la superficie del elemento, por ejemplo con un microscopio óptico o electrónico.

15 El grosor relativo de la cubierta de UHMWPE sustancialmente no porosa del producto según la invención puede variar entre límites amplios. Se ha encontrado que una capa de cubierta que es relativamente gruesa en relación con el núcleo que comprende filamentos de UHMWPE da como resultado un elemento con flexibilidad reducida, pero este efecto generalmente dependerá del tamaño o dimensiones del producto; un producto delgado como tal es más flexible y de este modo menos sensible a un grosor variable de la capa de cubierta. A fin de presentar la resistencia mejorada deseada a la abrasión, la capa de cubierta tiene preferiblemente un cierto grosor mínimo. Se encuentra que un grosor mínimo adecuado para la cubierta es del orden de alrededor de 20 micrómetros, preferiblemente al menos 25 micrómetros; pero la capa de la cubierta puede ser mucho más gruesa. La cubierta forma al menos alrededor de 20 5% en masa del producto similar a un monofilamento, preferiblemente al menos 10, 15, 20, 25 ó 30% en masa. Por otro lado, la cubierta forma preferiblemente como máximo el 95% en masa, más preferiblemente como máximo 90, 80, 70, 60, o incluso como máximo 50% en masa para una mayor flexibilidad. Aunque para un producto de pequeño diámetro, por ejemplo diámetro por debajo de 150 micrómetros, la cubierta no porosa puede constituir el 100% del producto, se encuentra que es ventajoso un contenido relativo mayor de filamentos de UHMWPE que muestren poca 25 fusión, para optimizar la resistencia y la resistencia de los nudos del producto.

El producto similar a un monofilamento obtenible mediante el procedimiento según la invención tiene una densidad lineal, también denominada como título, que puede variar dentro de amplios límites, por ejemplo desde 5 hasta 15.000 dtex. La invención se refiere también específicamente a productos similares a un monofilamento obtenidos a partir de fibras de UHMWPE, y que tienen un título en el intervalo de 5-100 dtex; puesto que tales productos finos no se podrían obtener con los procedimientos conocidos. Preferiblemente, el producto se obtiene a partir de fibras de UHMWPE retorcidas y/o enmarañadas al aire, en lugar de a partir de estructuras trenzadas. Estos productos tienen típicamente una tenacidad de al menos 25, preferiblemente al menos 30, 35, 38, o incluso 40 cN/dtex. La resistencia máxima no está específicamente limitada por el procedimiento, y también depende del tipo y resistencia del precursor. 35 Aunque la resistencia teórica de las fibras de UHMWPE puede ser incluso significativamente mayor, con el presente procedimiento se pueden obtener productos similares a un monofilamento que tienen una tenacidad de 55, 60 o incluso de 65 cN/dtex. Tales productos de resistencia elevada, y de bajo título, son muy adecuados para uso en dispositivos e implantes médicos, tales como estructuras quirúrgicas y similares. Para tales aplicaciones médicas se prefiere que el producto consista esencialmente en UHMWPE, y que contenga sólo cantidades pequeñas, por ejemplo menores que 5% en masa, más preferiblemente menores que 3% en masa de otros componentes, componentes los cuales son permitidos por las autoridades pertinentes para tales aplicaciones.

A la vista de aplicaciones como líneas de pesca o de cometas, o como prendas o ropas protectoras, el título de los productos similares a un monofilamento es preferiblemente de 100 a 2.000 dtex, incluso más preferiblemente de 200 45 a 1.600, o de 400 a 1.000 dtex.

La invención se refiere además al uso del producto similar a un monofilamento según la invención para obtener diversos productos semiacabados y diversos productos de uso final, como líneas de pesca; líneas de cometas; suturas quirúrgicas; diversos tejidos, cuerdas y cordones, hilos de material compuesto, y su uso en, por ejemplo, artículos resistentes al corte.

La invención también se refiere a productos semiacabados y productos de uso final que comprenden el producto similar a un monofilamento según la invención.

55 La invención se ilustrará ahora adicionalmente mediante los siguientes experimentos.

Experimento comparativo A

60 Como material precursor (alimentación), se aplicó una construcción retorcida y doblada, que estaba formada por 6 hebras de un hilo de UHMWPE hilado en gel de múltiples filamentos, que tiene un título de hilo de 224 dtex, una resistencia a la tracción de 39 cN/dtex, un módulo de tracción de 1.250 cN/dtex, con un retorcimiento en sentido horario de 400 vueltas/m.

65 El precursor se hizo pasar a través de un baño de parafina líquida como etapa de pretratamiento, y el exceso de aceite se limpió haciéndolo pasar entre tejidos no tejidos. El contenido de parafina se calculó que era alrededor de 12% en masa determinando en esta etapa el incremento de masa. El precursor se guió entonces sobre un primer conjunto de rodillos mecanizados en un horno, se mantuvo a temperatura constante de 153,8°C, con una velocidad constante de

ES 2 331 480 T3

2 m/min. A la salida del horno, la línea se guió sobre un segundo conjunto de rodillos mecánicos. La velocidad de los segundos rodillos fue 4,42 m/min, y la velocidad de estiramiento en el horno fue alrededor de 0,8 min⁻¹.

5 La línea obtenida fue en cierto modo translúcida, y mostró integridad como monofilamento durante el frotado entre los dedos. Se obtuvo una sección transversal de la línea, y se estudió con microscopía óptica. La superficie de la línea parece más bien irregular; también, las dimensiones de la sección transversal variaron ligeramente a lo largo de la longitud de la línea, y el diámetro medio fue de alrededor de 0,3 mm. Aunque parece un monofilamento, todavía se pueden reconocer claramente los filamentos originales individuales.

10 La resistencia a la tracción (o resistencia), el módulo de tracción (también módulo) y el alargamiento en la ruptura (eab) se definen y se determinan sobre hilos de múltiples filamentos, y sobre productos similares a un monofilamento según se especifica en ASTM D885M, usando una longitud de calibre nominal de la fibra de 500 mm, una velocidad de cabeza trasversal de 50%/min y tenazas Instron 2.714. Para el cálculo de la resistencia, las fuerzas de tracción medidas se dividen entre el título, según se determina pesando 10 metros (u otra longitud) de la fibra. El alargamiento es el alargamiento medido en la ruptura, expresado en % de la longitud original tras sujetar la probeta.

20 La resistencia a la abrasión se midió siguiendo un procedimiento desarrollado en nuestro laboratorio, en el que la muestra se erosionó mediante movimientos oscilatorios sobre una superficie cerámica, y el número de ciclos se determina hasta que la muestra falla (se rompe). El número dado es la media de al menos 5 ensayos.

Los resultados del ensayo de la tracción y de la abrasión se compilan en la Tabla 1.

Ejemplo 1

25 El experimento se llevó a cabo en gran parte de forma análoga al Exp. Comp. A, siendo el precursor una construcción retorcida y doblada que contiene 6 hebras del mismo hilo de múltiples filamentos, con un retorcimiento en sentido horario de 270 vueltas/m, y la presión adicional se ejerció al precursor durante la fusión. El precursor se alimentó a lo largo del primer conjunto de rodillos mecanizados en el horno, se mantuvo a una temperatura constante de 153,5°C, con una velocidad constante de 6 m/min. A la salida del horno, la línea se guió sobre un segundo conjunto de rodillos mecanizados con una velocidad constante de 12,65 m/min, y la velocidad de estiramiento fue alrededor de 0,8 min⁻¹. Dentro del horno, el precursor se hizo pasar sobre 2 rodillos metálicos cilíndricos que giran libremente, de diámetro 20 mm, teniendo cada uno una ranura circunferencial con forma de V con un fondo redondo de 0,2 mm de radio en su superficie, entrando en contacto la línea del precursor con cada rodillo en la ranura durante una longitud de alrededor de medio ciclo.

40 El contenido de parafina medido fue alrededor de 11% en masa, y el diámetro de la línea fundida fue 0,29 mm. Las secciones transversales estudiadas mediante microscopía óptica parecen casi cilíndricas y bastante regulares a lo largo de la longitud de la línea. En una capa externa de alrededor de 30-40 micrómetros, las fronteras entre los filamentos son difusas, mientras que en la parte interna los filamentos originales eran claramente visibles, indicando un grado mayor de fusión entre filamentos en la capa externa. El examen de la superficie de la línea con un microscopio óptico no reveló poros visibles.

45 Durante experimentos que imitan el deporte de la pesca, sólo se observó pelado tras más de 8 horas, mientras que la muestra obtenida en el Exp. Comp. ya mostró pelado tras varias horas.

En la Tabla 1 se compilan los resultados de otros ensayos, y demuestra propiedades de tracción superiores y resistencia notablemente incrementada a la abrasión.

TABLA 1

<i>Experimento</i>	<i>Diámetro medio</i>	<i>Propiedades de tracción</i>			<i>Resistencia a la abrasión</i>
		<i>Resistencia</i>	<i>Módulo</i>	<i>Alargamiento</i>	
	<i>(mm)</i>	<i>(cN/dtex)</i>	<i>(cN/dtex)</i>	<i>(%)</i>	<i>(Número de ciclos)</i>
Exp. Comp. A	0,30	20,4	1160	2,0	6000
Ejemplo 1	0,29	25,2	1275	2,3	127000

ES 2 331 480 T3

Experimento comparativo B

Como material precursor se aplicó una construcción retorcida y doblada, la cual estaba formada por 4 hebras de un hilo de múltiples filamentos de UHMWPE hilado en gel, de título 440 dtex, de tenacidad 14 cN/dtex, con un retorcimiento en sentido horario de 223 vueltas/m.

El precursor se hizo pasar a través de un baño de parafina líquida como etapa de pretratamiento, y el exceso de aceite se limpió haciéndolo pasar entre tejidos no tejidos. Se calculó que el contenido de parafina era alrededor de 13% en masa, determinando el incremento de masa en esta etapa. El precursor se hizo pasar entonces a través de 3 hornos subsiguientes usando conjuntos de rodillos mecanizados, antes y después de cada horno, los hornos se mantuvieron a temperaturas constantes de 151, 152 y 153,2°C, respectivamente. La velocidad de los rodillos subsiguientes fue 3,1, 5,9, 8,2 y 10,5 m/min, y la velocidad de estiramiento en los hornos fue alrededor de 0,8, 0,6 y 0,6 min⁻¹, respectivamente. La relación de estiramiento aplicada total fue así 3,4.

La resistencia a la abrasión, o en este caso resistencia al pelado, se midió siguiendo un procedimiento desarrollado en nuestro laboratorio, en el que la muestra se erosionó a temperatura ambiente (21±2°C) colocándola sobre un ojete de acero inoxidable de 1,5 mm de diámetro con un ángulo de 90°, ojete el cual se sumergió en agua, y sometiéndola a movimientos oscilantes a una frecuencia de 0,5 Hz con una longitud de golpe (longitud de la muestra que se mueve sobre la superficie) de 200 mm, con una carga constante de 0,5 kg sobre la muestra, y se determinó el número de ciclos hasta que la muestra presenta el primer pelado. El número dado es la media de al menos 5 ensayos.

En la Tabla 2 se compilan los resultados del ensayo de tracción y de abrasión. La eficacia de los nudos (o retención de la resistencia de los nudos) es la resistencia medida después de que se aplicó un nudo de Palomar a la línea con relación a la resistencia a la tracción.

Ejemplo 2

El experimento se llevó a cabo de forma principalmente análoga al Exp. Comp. B, aplicándose una presión mecánica adicional al precursor durante la fusión, haciendo pasar la línea sobre un conjunto de 5 rodillos metálicos cilíndricos que giran libremente, de diámetro 23 mm, teniendo cada uno una ranura con forma de V circunferencial con un fondo redondo de 0,2 mm de radio en su superficie, entrando en contacto la línea con el primer y último rodillo en la ranura durante alrededor de un cuarto de ciclo de duración, y con los rodillos 2-4 durante alrededor de medio ciclo de duración (el conjunto de rodillos se colocó en el interior del tercer horno).

El contenido de parafina medido fue alrededor de 13% en masa. Las secciones transversales estudiadas mediante microscopía óptica parecen casi cilíndricas (diámetro de alrededor de 0,25 mm) y bastante regulares a lo largo de la longitud de la línea. El examen de la superficie de la línea con un microscopio óptico no reveló poros visibles, y una superficie lisa muy regular.

Para una comparación adicional, también se ensayaron dos líneas de pescar similares a un monofilamento “fundidas” comercialmente disponibles: el experimento comparativo C es el producto denominado como ensayo Fideline® 14# (6,3 kg/6 lb); que también es un producto obtenido fundiendo térmicamente una estructura trenzada hecha de fibras de UHMWPE mediante el procedimiento conocido del documento EP0740002 B1; tiene un diámetro de alrededor de 0,25 mm. El producto vendido como Spiderwire FUSION 14# test (6,4 kg/6 lb) parece comprender filamentos retorcidos de UHMWPE que se han impregnado/revestido con un polietileno (alrededor de 51% en masa basado en el producto), y tiene un diámetro de alrededor de 0,28 mm (Exp. Comp. D).

La evaluación manual y visual de las muestras reveló al Ejemplo 2 como la línea con el aspecto, tacto y sensación más suaves.

En la Tabla 2 se compilan los resultados de otros ensayos, y demuestra propiedades de tracción elevadas y una resistencia notablemente incrementada al pelado provocado por abrasión. También la retención de la resistencia de los nudos es mayor que para los otros productos.

ES 2 331 480 T3

TABLA 2

<i>Experimento</i>	<i>Título</i>	<i>Tenacidad</i>	<i>Eficacia de los nudos</i>	<i>Resistencia al pelado</i>
	<i>(dtex)</i>	<i>(cN/dtex)</i>	<i>(%)</i>	<i>(número de ciclos)</i>
Exp. Comp. B	553	30,0	61,2	680
Ejemplo 2	592	31,6	76,3	2300
Exp. Comp. C	576	31,2	57,0	1420
Exp. Comp. D	787	11,4	62,6	1470

20 Ejemplo 3

Se obtuvo un hilo de UHMWPE de partida, que no contiene acabado del hilado, y de propiedades enumeradas en la Tabla 3, mediante un procedimiento de hilatura en gel como se describe en el documento WO 2005/066401 A1, y se retorció para formar el hilo precursor.

Similar al procedimiento del Ejemplo 2, este hilo precursor se fundió en un producto similar a un monofilamento, pero no se aplicó ningún pretratamiento con parafina, y la relación de estiramiento en el horno fue 1,5 (a 153,6°C). Sin el uso del conjunto de rodillos ranurados, no parece posible obtener consistentemente tal línea de monofilamento redonda, aunque se podría obtener un producto similar a una cinta, de dimensión y grado de fusión variables.

El producto obtenido es muy delgado, liso, y, siendo traslúcido, apenas visible a simple vista. El frotamiento entre los dedos, o el movimiento a lo largo de un borde no dio como resultado la deslaminación de los filamentos. Los resultados del ensayo de la tracción se enumeran en la Tabla 3. Según lo que se sabe, este producto es el monofilamento más fuerte (de este tamaño) jamás obtenido.

TABLA 3

<i>Muestra</i>	<i>Título</i>	<i>Tenacidad</i>	<i>Módulo</i>	<i>Alargamiento en la ruptura</i>
	<i>(dtex)</i>	<i>(cN/dtex)</i>	<i>(cN/dtex)</i>	<i>(%)</i>
Hilo de partida	25	42,7	1431	3,58
Hilo precursor	28	38,8	1225	3,45
Ejemplo 3	19	50,2	1628	3,61

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para obtener un producto similar a un monofilamento a partir de un precursor que contiene al menos una hebra de fibras obtenidas de polietileno de masa molar ultraelevada, que comprende a) exponer el precursor a una temperatura dentro del intervalo de punto de fusión del polietileno durante un tiempo suficiente para fundir al menos parcialmente fibras adyacentes, y b) estirar simultáneamente el precursor a una relación de estiramiento de al menos 1,0, en el que el precursor se comprime mecánicamente durante la fusión.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el precursor se comprime haciéndolo pasar sobre al menos un elemento guía que tiene una superficie que comprende una ranura.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la ranura tiene forma de V.
- 15 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2-3, en el que se usan al menos 3 elementos guías.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que la superficie del elemento guía también está controlada a una temperatura en el intervalo del punto de fusión del polietileno.
- 20 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el polietileno es lineal y contiene menos de 1% en moles de comonomeros.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el precursor se estira a una relación de estiramiento de 1,5-10.
- 25 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la hebra comprende fibras retorcidas y/o enmarañadas al aire.
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que las fibras de polietileno están sustancialmente libres de acabado del hilado.
- 30 10. Producto similar a un monofilamento, obtenido a partir de fibras de UHMWPE, que tiene un título en el intervalo de 5-100 dtex y una tenacidad de al menos 30 cN/dtex.
- 35 11. Producto similar a un monofilamento a partir de fibras de UHMWPE, que tiene un título de al menos 400 dtex y una resistencia a la abrasión de al menos 1.800 ciclos, según se determina mediante un procedimiento en el que la muestra se erosiona a temperatura ambiente colocándola sobre un ojete de acero inoxidable de 1,5 mm de diámetro con un ángulo de 90°, ojete el cual está sumergido en agua, y sometiendo la muestra a movimientos oscilantes a una frecuencia de 0,5 Hz con una longitud de golpe de 200 mm, con una carga constante de 0,5 kg sobre la muestra, hasta
- 40 que se produce el pelado.
12. Producto similar a un monofilamento según la reivindicación 10 u 11, que tiene una estructura de cubierta-núcleo, con una cubierta de polietileno de masa molar ultraelevada sustancialmente no porosa.
- 45 13. Productos semiacabados y productos de uso final que comprenden el producto similar a un monofilamento según una cualquiera de las reivindicaciones 10-12.
14. El producto de uso final de la reivindicación 13, escogido del grupo que consiste en una línea de pescar o de cometa, una sutura quirúrgica, un tejido, una cuerda, un cordón y un hilo de material compuesto.
- 50 15. El uso de productos semiacabados y de uso final de la reivindicación 13, en artículos resistentes al corte.

55

60

65

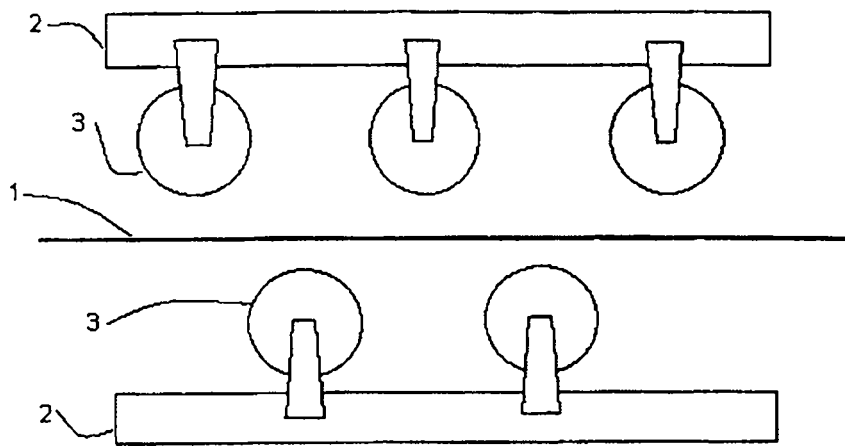


Fig. 1 (a)

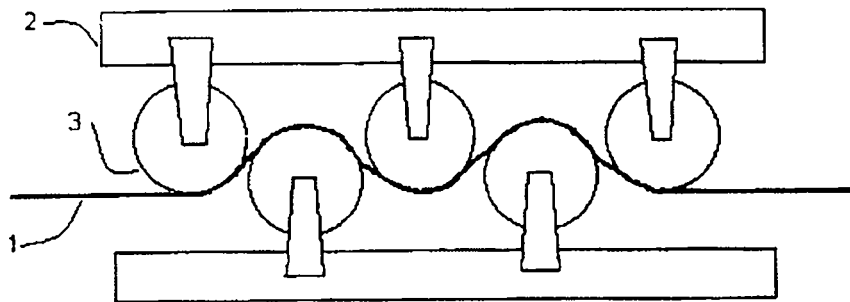


Fig. 1 (b)