

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 580**

51 Int. Cl.:

D01F 6/60 (2006.01)
B60R 21/16 (2006.01)
C08G 69/26 (2006.01)
D02G 3/02 (2006.01)
D02J 1/22 (2006.01)
D03D 1/02 (2006.01)
D03D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2009 E 09724008 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 2256237**

54 Título: **Filamento de poliamida 56, y estructura de fibra y tela base de airbag que comprende cada uno**

30 Prioridad:

26.03.2008 JP 2008079598

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

31.05.2013

73 Titular/es:

**TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1-1, Nihonbashi-Muromachi 2-chome Chuo-ku
Tokyo 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

**FUKUDOME, KOUSUKE y
MOCHIZUKI, KATSUHIKO**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 405 580 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

Filamento de poliamida 56, y estructura de fibra y tela base de airbag que comprende cada uno

5 [Campo técnico]

[0001] La presente invención se refiere a filamentos de poliamida 56 con una pequeña finura de monofibra. Más particularmente, la presente invención se refiere a filamentos de poliamida 56 con alta resistencia no sólo en estados normales, sino también después del tratamiento con agua hirviendo, y además bajo módulo elástico y excelente flexibilidad, y además excelente resistencia al calor y durabilidad. La presente invención se refiere además a una estructura de fibra que contiene dichos filamentos, tela de airbag y gránulos de resina adecuados para producir dichos filamentos.

[Técnica anterior]

[0002] Como dispositivos de seguridad para proteger pasajeros de automóviles, la instalación de dispositivos de airbag está creciendo a buen ritmo. Además de los dispositivos de airbag convencionales para los asientos del conductor y otros asientos delanteros, recientemente también se desarrollan e instalan dispositivos de airbag laterales, dispositivos de airbag para las rodillas, dispositivos de airbag de cortina, etc.

[0003] Un airbag es normalmente una bolsa cosida y está plegada y acomodada dentro de una parte del automóvil tal como un volante. Cuando se aplica un impacto a un coche, el choque es detectado por un sensor, y se genera explosivamente un gas a alta temperatura de un inflador, para inflar instantáneamente el airbag, para prevenir que el pasajero se mueva por la colisión, para así asegurar la seguridad del pasajero.

[0004] Por tanto, se requiere que la tela usada para el airbag (en lo sucesivo puede denominarse simplemente una tela de airbag) tenga propiedades tales como baja permeabilidad al aire (con el fin de permitir que la bolsa se infle instantáneamente, se requiere que la tela tenga baja permeabilidad al aire), alta resistencia (con el fin de soportar el inflado instantáneo, que requiere que la tela tenga alta resistencia a la tracción, tenacidad al rasgado, resistencia al reventamiento, etc.), capacidad de absorción de impactos (en caso de que el pasajero se lesione cuando el airbag inflado golpea al pasajero, se requiere que la tela sea altamente capaz de absorber energía), resistencia al calor (se requiere que la tela soporte el gas a alta temperatura generado del inflador), durabilidad (se requiere que la tela sea duradera sin disminuir en propiedades tales como resistencia incluso en un ambiente de alta humedad a alta temperatura como en un desierto) y flexibilidad (se requiere que la tela sea tan flexible que se permita reducir el volumen de acomodación de la misma, ya que el airbag está normalmente acomodado en un estrecho espacio como en un volante, salpicadero, etc.). Se usan telas de alta densidad de ligamento formadas de filamentos de poliamida 66, ya que tienen satisfactoriamente todas estas propiedades.

[0005] Se conocen telas no recubiertas formadas a partir de dichas telas de alta densidad de ligamento sólo y telas recubiertas con elastómeros tales como resinas de silicona. La primera es más desventajosa que la última en vista de la permeabilidad al aire, pero tiene rasgos tales como alta flexibilidad y excelente capacidad de acomodación. Por otra parte, aunque la última es inferior a la primera en capacidad de acomodación, la última tiene la ventaja de que la velocidad de inflado puede potenciarse fácilmente debido a la baja permeabilidad al aire. Por tanto, en respuesta a las regiones en las que se acomodan los airbags, estas telas se usan selectivamente.

[0006] Especialmente recientemente, los dispositivos de airbag se instalan en más regiones, y tiende a requerirse que tengan mayor capacidad de acomodación de manera que puedan instalarse en espacios más estrechos. Por tanto, se requiere que las telas sean adicionalmente más flexibles que antes. Además, el rendimiento de los infladores ha mejorado progresivamente hasta potenciar espectacularmente la velocidad de inflado de los airbags, pero por otra parte se requieren telas de airbag que tengan mayor capacidad de absorción de energía para prevenir que los pasajeros se expongan a las excesivas fuerzas de impacto y fuerzas de fricción de los airbags inflados que golpean los pasajeros.

[0007] Por ejemplo, el documento de patente 1 desvela una tela tejida no recubierta encogida por calor formada de filamentos sintéticos con la finura global mantenida en un intervalo específico y que tiene ligamento simétrico en las direcciones de urdimbre y trama. Como ejemplo particular se desvela una tela tejida formada de filamentos de poliamida 66 con alta resistencia. Debido al efecto atribuible a la finura global de los filamentos mantenida en un intervalo específico y al ligamento altamente simétrico, también puede formarse una fina tela tejida con alta resistencia. Sin embargo, como los filamentos de poliamida 66 con alta resistencia tienen alto módulo elástico incluso después de haberse encogido por calor, la rigidez a la flexión de las fibras que constituyen la tela es alta, y la tela es insuficiente en vista de la flexibilidad. Además, en el caso en el que la tela tejida sea encogida por calor, las fuerzas de encogimiento de las fibras unen juntos excesivamente los hilos, haciendo que la tela se endurezca, y si la tela es insuficientemente flexible, no sólo disminuye la capacidad de acomodación, sino también la

capacidad de absorción de impactos del airbag. En casos graves, el impacto en el momento del inflado puede lesionar al pasajero, según sea el caso.

[0008] Por consiguiente, se hacen intentos por reducir extremadamente la finura de monofibra de filamentos de poliamida 66 como un medio para potenciar la flexibilidad y capacidad de absorción de impactos de la tela de airbag para reducir la rigidez a la flexión aparente de filamentos. Sin embargo, es probable que filamentos con una pequeña finura de monofibra generen pelusa en el procedimiento de formación de hilo (procedimiento de hilado y estirado) y en el procedimiento de tejido, y la pelusa se convierta en un defecto de los airbags. Por tanto, el rendimiento de operación y la superficie de rendimiento son grandes problemas.

[0009] Por otra parte, se desvela una tela de airbag formada de multifilamentos con alta resistencia y bajo módulo elástico (véase el documento de patente 2). El documento de patente 2 propone que los filamentos con bajo módulo elástico formados de, por ejemplo, poli(tereftalato de butileno) puedan usarse para formar una tela de airbag con alta flexibilidad en comparación con la tela de airbag formada de filamentos de poliamida 66. Sin embargo, como un poliéster tal como poli(tereftalato de butileno) tiene un bajo punto de fusión, el gas a alta temperatura del inflador puede hacer que se formen orificios en la tela según sea el caso. De otro modo, aunque no se formen orificios, un inflador de alto rendimiento puede hacer que la tela reviente debido a la alta velocidad inflado según sea el caso. Estos problemas se producen debido a que el polímero basado en poliéster anteriormente mencionado tiene menor resistencia que la poliamida 66 y también baja resistencia al impacto, es decir, baja capacidad para seguir la deformación a alta velocidad.

[0010] Como se ha descrito anteriormente, si se usan filamentos de poliéster con bajo módulo elástico formados de poli(tereftalato de etileno) o similares, la tela puede hacerse flexible, pero como propiedades tales como la resistencia al calor y la resistencia al reventamiento también deben tenerse en cuenta desde un amplio punto de vista, no se ha desarrollado satisfactoriamente tela de airbag práctica formada de tales filamentos de poliéster. Hasta la fecha, como la relación entre la resistencia y el módulo elástico de fibras sintéticas es generalmente decidida por los rasgos estructurales moleculares del polímero, ha sido técnicamente difícil reducir el módulo elástico de filamentos de poliamida 66 como se describe en el documento de patente 2. Por supuesto, también puede considerarse un medio de modificación tal como copolimerizar la poliamida 66 con otro monómero, pero este medio implica el problema de que puede no satisfacerse la resistencia al calor de la tela de airbag, ya que disminuye el punto de fusión de las fibras.

[0011] Es decir, la tela de airbag formada de los filamentos convencionales de poliamida 66 no es suficientemente satisfactoria en vista de la flexibilidad y capacidad de absorción de impactos.

[0012] Mientras tanto, recientemente surge la conciencia medioambiental en una escala global, y es altamente demandada para desarrollar materiales de fibra derivados de algo distinto de petróleo. Las fibras sintéticas convencionales de poliamidas y otras se producen principalmente a partir de recursos de petróleo, y el agotamiento de los recursos del petróleo en el futuro y el calentamiento global producido por el consumo masivo de recursos del petróleo se aceptan como grandes problemas.

[0013] Si se usan recursos vegetales que crecen tomando dióxido de carbono del aire como materiales de partida, el dióxido de carbono puede recircularse con la esperanza de inhibir el calentamiento global y resolver el problema del agotamiento de recursos. Por tanto, en los últimos años atraen la atención los plásticos que usan recursos vegetales como materiales de partida, es decir, plásticos derivados de biomasa (denominados en lo sucesivo "plásticos de biomasa").

[0014] Los plásticos de biomasa típicos incluyen poliésteres alifáticos tales como ácido poliláctico, y enérgicamente se realiza investigación y desarrollo. Sin embargo, como propiedades tales como resistencia, resistencia al calor, resistencia al impacto y resistencia a la hidrólisis son inferiores a aquellas de las fibras de poliamida, los plásticos de biomasa no podrían aplicarse a las áreas que requieren altos niveles de propiedades de seguridad tales como telas de airbag.

[0015] Como material de plástico de biomasa novedoso se desvela la polipentametilendipamida (poliamida 56) obtenida por polimerización por calor de 1,5-pentametildiamina producida usando biomasa y ácido adípico (véanse los documentos de patente 3 y 4). Se conoce la poliamida 56 producida por un procedimiento de polimerización por calor (documento de no patente 1), pero se informa simplemente que la poliamida 56 producida por polimerización por calor tiene menor punto de fusión y, por tanto, menor resistencia al calor que la poliamida 56 producida por un procedimiento de polimerización interfacial (documentos de no patente 2 y 3). Por otra parte, un procedimiento de polimerización interfacial es un procedimiento complicado, y es difícil de establecer un procedimiento de polimerización interfacial como procedimiento de producción industrial. Por tanto, la 1,5-pentametildiamina altamente pura obtenida, por ejemplo, por reacción enzimática usando lisina descarboxilasa se usa como se describe en el documento de patente 3, o se emplea un procedimiento de polimerización específico como se describe en el documento de patente 4, para producir satisfactoriamente una resina de poliamida 56 con un

alto punto de fusión y un grado de polimerización práctico por primera vez por un procedimiento de polimerización por calor. Dicha resina de poliamida 56 tiene excelente estabilidad durante el almacenamiento del fundido y también buena capacidad de hilado y capacidad de estiramiento y, por tanto, es adecuada como material de fibra, y los filamentos de poliamida 56 obtenidos por fundido-hilado y estirado de dicha resina de poliamida 56 son excelentes en propiedades mecánicas, resistencia al calor, etc. Sin embargo, en el caso en el que dicha resina de poliamida 56 se use para formar filamentos con una pequeña finura global y una pequeña finura de monofibra requerida como filamentos de una tela de airbag, tales filamentos tienen un problema en vista de la resistencia de las fibras.

[0016] Además, como los filamentos formados de la poliamida 56 tienen excelente transparencia y alta resistencia (documento de patente 5), se desvela que puede producirse un monofilamento con una gran finura adecuada, por ejemplo, como un sedal. Sin embargo, si se intenta producir filamentos con una pequeña finura global y una pequeña finura de monofibra según se requiera para una tela de airbag, frecuentemente se produce la rotura del hilo en el procedimiento de hilado y el procedimiento de estirado, y las fibras obtenidas tienen mucha pelusa y es probable que tengan baja resistencia. Además, es probable que las fibras obtenidas se encojan por tratamiento con calor tal como tratamiento con agua hirviendo, y después de haber encogido, la resistencia disminuya adicionalmente.

[0017] Por tanto, incluso si se tejen en una tela tejida, la tela tiene pelusa como defecto, y es probable que tenga alta permeabilidad al aire. Además, inmediatamente después de tejerse, la tela tiene baja resistencia, y la historia de calor en el desengrasado y fijación final reduce adicionalmente la resistencia. Por tanto, la tela obtenida no tiene las propiedades requeridas como tela de airbag en vista de la permeabilidad al aire y las propiedades mecánicas.

[Documento de patente 1] Patente japonesa 2950954 (reivindicaciones)

[Documento de patente 2] Patente japonesa 3180524 (reivindicaciones)

[Documento de patente 3] JP 2003-292612 A (reivindicaciones, [0045])

[Documento de patente 4] JP 2004-075932 A (reivindicaciones, [0034])

[Documento de patente 5] JP 2006-144163 A (reivindicaciones)

[Documento de no patente 1] J. Polym. Sci. 2, 306 (1947)

[Documento de no patente 2] J. Polym. Sci. 50, 87 (1961)

[Documento de no patente 3] Macromolecules, 30, 8540 (1998)

[Divulgación de la invención]

[Problema a resolver por la invención]

[0018] El problema a resolver por la invención es proporcionar filamentos de poliamida 56 que puedan formar una tela de airbag más excelente en flexibilidad y capacidad de absorción de impactos que una tela de airbag formada de los filamentos de poliamida 66 convencionales y también excelente baja permeabilidad al aire, alta resistencia, resistencia al calor y durabilidad en buen equilibrio, y además proporcione una estructura de fibra que contiene dichos filamentos y una tela de airbag.

[Medios para resolver el problema]

[0019] Los inventores hicieron un intenso estudio de la inhibición de pelusa y el potenciamiento de las propiedades mecánicas y las propiedades de encogimiento por calor de filamentos de poliamida 56 con una pequeña finura y, como resultado, se logró formar filamentos de poliamida 56 con una alta viscosidad relativa en ácido sulfúrico y una pequeña distribución de peso molecular (M_w/M_n), para producir filamentos de poliamida 56 suficientemente potenciados en el grado de orientación de cadenas moleculares de poliamida 56 y en el grado de cristalinidad en el procedimiento de formación de hilo por la sinergia de la alta viscosidad relativa y la pequeña distribución de peso molecular, que tiene poca pelusa aunque tiene pequeña finura, y que también tiene excelentes propiedades mecánicas y propiedades de encogimiento por calor.

[0020] Los inventores hicieron adicionalmente un profundo estudio y, como resultado, sorprendentemente, pudieron obtener satisfactoriamente filamentos de módulo elástico espectacularmente reducido encogiéndolos por calor los filamentos que contenían la poliamida 56 por tratamiento con calor húmedo tal como tratamiento con agua hirviendo. Además, los inventores encontraron que si las propiedades de encogimiento por calor de los filamentos se mantenían en intervalos específicos, filamentos con alta resistencia, pero bajo módulo elástico, podrían obtenerse incluso después del tratamiento de encogimiento. Como resultado, los inventores encontraron que si una tela tejida formada de dichos filamentos de poliamida 56 es encogida por calor en el procedimiento de desengrasado, fijación final, etc., puede obtenerse una tela de airbag más excelente en flexibilidad y capacidad de absorción de impactos que la tela de airbag formada de los filamentos de poliamida 66 convencionales, y también excelente en baja permeabilidad al aire, alta resistencia, resistencia al calor y durabilidad. Por tanto, la presente invención se ha completado.

[0021] La presente invención puede lograrse por filamentos de poliamida 56 caracterizados porque tienen una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 (medida a una concentración de 0,25 g/100 ml de ácido sulfúrico del 98% en peso a 25°C), una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3, una finura de monofibra de 0,1 a 7 dtex, una resistencia de 7 a 12 cN/dtex, una tasa de encogimiento del 5 al 20% después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos, una resistencia de 5 a 11 cN/dtex después del tratamiento con agua hirviendo y una tensión al 10% de alargamiento de 0,3 a 1,5 cN/dtex después del tratamiento con agua hirviendo.

[Efectos de la invención]

[0022] Los filamentos de poliamida 56 de la presente invención son un material respetuoso con el medioambiente, ya que contienen una poliamida 56 como material de plástico de biomasa. Además, como los filamentos de poliamida 56 tienen excelentes propiedades mecánicas, resistencia al calor, resistencia al desgaste y durabilidad, los filamentos pueden usarse ampliamente para ropa y materiales industriales, y también puede proporcionarse una estructura de fibra que contenga los filamentos.

[0023] Además, los filamentos son encogidos por calor por un medio tal como tratamiento con calor húmedo en filamentos con alta resistencia y bajo módulo elástico, y la tela tejida obtenida tejiendo dichos filamentos es posteriormente tratada por calor por desengrasado, fijación final, etc. Puede usarse adecuadamente para airbags como una tela más excelente en flexibilidad y capacidad de absorción de impactos que la tela tejida formada de los filamentos de poliamida 66 convencionales y también excelente en baja permeabilidad al aire, alta resistencia, resistencia al calor y durabilidad.

[Breve descripción de los dibujos]

[0024]

[Fig. 1] es una vista típica de un aparato de hilado directo, estiramiento y tratamiento por calor equipado con una amasadora de un solo husillo.

[Fig. 2] es una vista típica que muestra un modo de airbag.

[Fig. 3] es una vista típica que muestra un instrumento de medición de la capacidad de absorción de impactos.

[Significados de los símbolos]

[0025]

- 1: tolva
- 2: prensa extrusora de un solo husillo
- 3: tubería de polímero
- 4: bomba de engranajes
- 5: bloque de hilado
- 6: caja de hilado
- 7: hilera
- 8: cilindro de calentamiento
- 9: dispositivo de enfriamiento (tipo anular)
- 10: hilo (filamentos)
- 11: dispositivo de engrase
- 12: primeros rodillos
- 13: segundos rodillos
- 14: terceros rodillos
- 15: cuartos rodillos
- 16: quintos rodillos (rodillos de calentamiento final)
- 17: sextos rodillos
- 18: boquilla de enmarañamiento
- 19: devanadera
- 20: envase de queso
- 21: tela del lado del pasajero
- 22: tela del lado del inflador
- 23: abertura
- 24: orificio de ventilación
- 25: airbag
- 26: globo de goma
- 27: bola de hierro

[Los mejores modos para llevar a cabo la invención]

[0026] Se prefiere que los filamentos de poliamida 56 de la presente invención estén de forma que una poliamida 56 que consiste en unidades de pentametilendipamida represente el 90% en moles o más de unidades recurrentes. Una unidad de pentametilendipamida es una unidad estructural que consiste en 1,5-pentametilendiamina y ácido adípico. Para un grado tal que los efectos de la presente invención no estén alterados, los filamentos de poliamida 56 pueden contener menos del 10% en moles de un componente de comonomero, pero se prefiere que estén contenidas más unidades de pentametilendipamida, ya que la regularidad de las cadenas moleculares puede ser potenciada de forma que la orientación y cristalización en el procedimiento de formación de películas pueda producirse más fácilmente para proporcionar filamentos excelentes en propiedades mecánicas y resistencia al calor. También se prefiere mayor contenido de unidades de pentametilendipamida por la razón de que en el caso en el que los filamentos de poliamida 56 se usen como airbag recubierto con un elastómero tal como caucho de silicona, la adhesividad entre el elastómero y la tela tejida pueda mantenerse durante un largo periodo de tiempo, es decir, pueda obtenerse excelente durabilidad de la adhesividad. Se estima que la razón es que el peso molecular de unidades de pentametilendipamida como unidades recurrentes es más pequeño que el de unidades de hexametilendipamida contenidas en la poliamida 66 convencional, etc. y, por tanto, que la concentración de enlaces amida por unidad de peso es mayor para aumentar los enlaces formados entre las fibras y el elastómero (enlaces de hidrógeno, enlaces covalentes, etc.). En vista de lo anterior, es más preferido que las unidades de pentametilendipamida representen el 94% en moles o más. Más preferido es el 96% en moles o más, y lo más preferido es el 98% en moles o más. Además, los filamentos de poliamida 56 de la presente invención también pueden contener menos del 10% en peso de otro componente descrito después.

[0027] Es necesario que los filamentos de la presente invención tengan una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 como indicador del peso molecular. Se prefiere que la viscosidad relativa en ácido sulfúrico sea mayor, es decir, el peso molecular sea mayor, ya que la resistencia de los filamentos se convierte en mayor. La razón se considera que es que si el peso molecular es mayor, la cantidad de extremos (que probablemente son defectos estructurales de filamentos) de las cadenas moleculares que existen por unidad de volumen es más pequeña, y adicionalmente que como las cadenas moleculares son más largas, cada cadena molecular interacciona con más cadenas moleculares (enmarañamiento físico, enlaces de hidrógeno, fuerzas de van der Waals, etc.), permitiendo que las tensiones de hilado y las tensiones de estiramiento sean uniformemente transferidas y, por tanto, que las cadenas moleculares sean uniformemente orientadas en el procedimiento para producir filamentos. Por otra parte, se prefiere que la viscosidad relativa en ácido sulfúrico se mantenga en un intervalo apropiado, ya que es posible que el hilado del fundido a una temperatura de hilado apropiada inhiba la descomposición térmica del polímero en la máquina de hilado, para asegurar buena moldeabilidad del hilo e inhibir la coloración de las fibras. También se prefiere la viscosidad relativa mantenida en el intervalo apropiado, ya que el grado de dispersión (M_w/M_n) también puede mantenerse pequeño debido a la descomposición térmica inhibida. Un intervalo más preferido es 3,1 a 7, y otro intervalo más preferido es 3,2 a 6. Un intervalo especialmente preferido es 3,3 a 5, y el mejor intervalo es 3,4 a 4.

[0028] Además, es muy importante que los filamentos de la presente invención sean estrechos en la distribución de peso molecular, y es necesario que el grado de dispersión (M_w/M_n) como indicador de la distribución de peso molecular sea 1,5 a 3. En este caso, M_w representa el peso molecular promedio en peso y M_n representa el peso molecular promedio en número. La relación de peso molecular promedio en peso con respecto al peso molecular promedio en número M_w/M_n que es inferior significa que la distribución de peso molecular es más estrecha. Se prefieren filamentos con una alta viscosidad relativa en ácido sulfúrico y con una estrecha distribución de peso molecular de 3 o inferior a M_w/M_n como se ha descrito anteriormente, ya que filamentos con alta resistencia, con pequeña tasa de encogimiento en tratamiento con agua hirviendo y con alta resistencia mantenida todavía pueden obtenerse después del tratamiento con agua hirviendo. Se estima que la razón es que si M_w/M_n , es decir, la distribución de longitudes de cadenas moleculares, es pequeña, los números de cadenas moleculares que interaccionen entre sí y las fuerzas de interacción (fuerzas de enmarañamiento físico, fuerzas de enlaces de hidrógeno, fuerzas de van der Waals, etc.) de cadenas moleculares respectivas se vuelven generalmente iguales, haciendo que las tensiones de hilado y las tensiones de estiramiento se apliquen uniformemente a las cadenas moleculares respectivas en el procedimiento de formación de películas, produciendo como resultado que las cadenas moleculares de fases amorfas se orienten uniformemente para formar muchas fases cristalinas orientadas altamente densas. Además, debido al efecto de las cadenas moleculares uniformemente orientadas, existen muchas cadenas amorfas (moléculas de interconexión) para conectar las fases cristalinas entre sí en las fases amorfas, y las longitudes de cadenas moleculares de dichas moléculas de interconexión son relativamente iguales. Por tanto, se estima que muchas de ellas existen en estados en tensión (los movimientos son contenidos por fases cristalinas). Es decir, como muchas fases cristalinas orientadas altamente densas están contenidas y conectadas por muchas moléculas de interconexión en tensión, actúan sinérgicamente para proporcionar filamentos de poliamida 56 con alta resistencia, con pequeña tasa de encogimiento incluso en el tratamiento por calor tal como tratamiento con agua hirviendo y con alta resistencia mantenida incluso después del tratamiento por calor. Es más preferido que M_w/M_n sea 2,8 o inferior. Más preferido es 2,6 o inferior, y especialmente se prefiere 2,4 o inferior. Se prefiere que M_w/M_n sea inferior, y una relación de 1,5 o mayor es un nivel que permite la producción.

5 [0029] Se prefiere que los filamentos de la presente invención para una tela de airbag tengan una finura global de 200 a 600 dtex. Se prefiere que la finura global sea 600 dtex o inferior por razones tales que incluso una tela de alta densidad de ligamento pueda formar una tela fina altamente flexible y, por tanto, que en el caso en el que se use como tela de airbag, pueda usarse como tela con alta capacidad de acomodación y excelente capacidad de absorción de impactos. Por otra parte, se prefiere que la finura global sea 200 dtex o mayor por razones tales que pueda obtenerse una tela tejida con resistencia a la tracción suficientemente alta y, por tanto, que pueda formarse una tela que satisfice la resistencia requerida como tela de airbag, etc. Un intervalo más preferido es 250 a 550 dtex, y otro intervalo más preferido es 300 a 500 dtex.

10 [0030] Además, se prefiere que los filamentos de la presente invención tengan una finura de monofibra de 0,1 a 7 dtex. Se prefiere que la finura de monofibra sea 7 dtex o inferior por razones tales que la rigidez a la flexión de monofibras disminuya para también reducir la rigidez a la flexión como multifilamentos y, como resultado, que la tela tejida pueda tener mayor flexibilidad. Además, la finura de monofibra de 7 dtex o inferior también se prefiere por razones tales que, como una finura de monofibra inferior produce una mayor área superficial específica de fibras, las fuerzas de unión de los multifilamentos que constituyen el ligamento entre sí se vuelvan altas, por consiguiente, que la tela tejida formada de tales filamentos sea menos probable que sea deformada en la textura del ligamento por fuerzas externas (fuerzas de tracción, fuerzas de fricción, fuerzas de impacto, etc.), por consiguiente, que en el caso en el que los filamentos se usen como tela de airbag, cuando la tela es inflada por el inflador, pueda prevenirse que el ligamento alrededor de las porciones cosidas se deforme produciendo fuga de gas, y que un airbag con baja permeabilidad al aire pueda formarse a un buen rendimiento. Por otra parte, se prefiere que la finura de monofibra sea 0,1 dtex o mayor por razones tales que la generación de pelusa en el procedimiento de formación de hilo pueda inhibirse para permitir estiramiento a una alta relación y, por tanto, que puedan formarse filamentos con alta resistencia y que probablemente no sean encogidos por tratamiento por calor tal como tratamiento con agua hirviendo. Un intervalo más preferido es 1 a 6 dtex, y otro intervalo más preferido es 1,5 a 4 dtex.

25 [0031] Mientras tanto, el número de filamentos en la presente invención puede seleccionarse para adecuarse a cada fin y aplicación si la finura global anteriormente mencionada y la finura de monofibra pueden mantenerse en los intervalos respectivos. Un intervalo preferido es 10 a 1000.

30 [0032] Además, se prefiere que los filamentos de la presente invención tengan una resistencia de 7 cN/dtex o mayor. Se prefiere que la resistencia sea 7 cN/dtex o mayor por razones tales que, aunque se potencie la tensión del ligamento en el procedimiento de tejido, sea poco probable que se genere pelusa y, por tanto, que pueda obtenerse una tela de alta densidad de ligamento con una buena capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de producción. Por tanto, más preferido es 7,5 cN/dtex o mayor, y adicionalmente más preferido es 8 cN/dtex o mayor. Se prefiere una mayor resistencia, pero si se intenta producir filamentos de resistencia demasiada alta, es probable que se produzca rotura del hilo y pelusa debido a la alta tensión de estiramiento en el procedimiento de formación de hilo (procedimiento de estirado). Por tanto, más preferido es 11,5 cN/dtex o inferior, y adicionalmente más preferido es 11 cN/dtex o inferior.

35 [0033] La poliamida 56 de la presente invención proporciona filamentos con una alta resistencia tal, pero si la técnica anterior se usa para producir filamentos de poliamida 56 de tanto pequeña finura global como finura de monofibra, es probable que se produzca pelusa y rotura del hilo en el procedimiento de estirado. Por tanto, es necesario reducir la relación de estiramiento y es difícil producir filamentos con una resistencia de 7 cN/dtex o mayor. Los inventores hicieron un amplio estudio y como resultado encontraron que es probable que la 1,5-pentametildiamina como material de partida de la poliamida 56 se volatilice o cicle en el procedimiento de polimerización, que la poliamida 56 no tenga estabilidad durante el almacenamiento del fundido tan alta, que la cristalinidad sea inferior a la de la poliamida 66 convencional y, por tanto, que debido a estos rasgos, es probable que en el procedimiento de polimerización y el procedimiento de formación de hilo la distribución de peso molecular se ensanche y que especialmente filamentos de poliamida 56 con un alto peso molecular sean superiores a 3 en Mw/Mn, dificultando orientar uniformemente las cadenas moleculares e induciendo pelusa y rotura del hilo en el procedimiento de hilado y estirado. Cuando se empleó el procedimiento de producción específico como se describe después, filamentos de poliamida 56 con un alto peso molecular y una estrecha distribución de peso molecular pudieron formarse por primera vez. Por tanto, se ha logrado el éxito de obtener filamentos con una pequeña finura y una alta resistencia. Además, se encontró sorprendentemente que los filamentos de poliamida 56 con una relación de Mw/Mn de 3 o inferior podrían tener una resistencia superior a la de la poliamida 66 convencional. Se estima que la razón es que es poco probable que se formen esferulitas en el procedimiento de formación de hilo, ya que la cristalinidad de la poliamida 56 es baja, y que es poco probable que puedan obtenerse filamentos que contienen defectos estructurales.

40 [0034] Además, se prefiere que la tasa de encogimiento de los filamentos de poliamida 56 de la presente invención después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos sea del 5 al 20%. Se prefiere que la tasa de encogimiento por el tratamiento con agua hirviendo sea del 20% o inferior por razones tales que el grado de orientación de las cadenas moleculares no disminuya extremadamente durante el

tratamiento con agua hirviendo y, por tanto, que puedan obtenerse filamentos con alta resistencia mantenida incluso después del tratamiento con agua hirviendo como se describe después. Además, como los filamentos pueden encogerse suficientemente en el procesamiento para encoger por calor la tela tejida, puede obtenerse una tela tejida flexible. Como se ha descrito antes, como la poliamida 56 contiene más enlaces amida por unidad de volumen que las poliamidas convencionales tales como poliamida 66, es un polímero con una estructura molecular altamente hidrófila. Por tanto, si los filamentos de poliamida 56 convencionales son tratados por calor especialmente en presencia de agua (tratamiento con agua hirviendo, tratamiento con vapor, etc.), mucha agua va a fases amorfas menos densas, reduciendo las interacciones entre cadenas moleculares, reduciendo así el grado de orientación de cadenas amorfas, y es probable que se obtengan filamentos con una tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo superior al 20%. Sin embargo, los filamentos de la presente invención pueden potenciarse fácilmente en la orientación molecular debido al efecto de la estrecha distribución de peso molecular y contienen muchas fases cristalinas orientadas altamente densas y adicionalmente las fases amorfas contienen muchas moléculas de interconexión contenidas en movimientos moleculares por las fases cristalinas. Por tanto, debido a la sinergia de ellos, los filamentos pueden tener pequeña tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo.

[0035] Por otra parte, se prefiere que la tasa de encogimiento por el tratamiento con agua hirviendo sea del 5% o superior por razones tales que la tela tejida encogida por calor pueda tener una alta densidad de ligamento, y que en el procedimiento de tejido, una tela de alta densidad de ligamento pueda producirse con la tensión del ligamento mantenida en un intervalo apropiado. En este caso no se requiere necesariamente tejer a alta tensión cuando se produce la tela de alta densidad de ligamento. Por tanto la generación de pelusa y las marcas de encogimiento en el procedimiento de tejido pueden inhibirse, y puede producirse una tela tejida con pocos defectos con una buena capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento. Además, en general, si filamentos muy altamente encogidos son encogidos por calor para potenciar la densidad de ligamento, los filamentos que constituyen el ligamento están excesivamente contenidos mutuamente por las fuerzas de encogimiento por calor y, por tanto, la tela tejida tiende a endurecerse. Sin embargo, se encontró que como los filamentos de poliamida 56 de la presente invención tienen baja tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo como se describe después, es decir, como los filamentos pueden tener bajo módulo elástico, la flexibilidad de la tela tejida puede asegurarse fácilmente, aunque los filamentos estén altamente contenidos mutuamente. Por tanto, las fuerzas para contener mutuamente los multifilamentos que constituyen el ligamento también pueden potenciarse en comparación con la tela tejida formada de los filamentos de poliamida 66 convencionales, preferentemente no se produce que el ligamento próximo a las porciones cosidas sea deformado por las fuerzas de impacto que actúan cuando el airbag es inflado. Por estas razones, es más preferido que la tasa de encogimiento por el tratamiento con agua hirviendo sea del 7 al 18%, y un intervalo más preferido es del 8 al 15%.

[0036] Se prefiere que la resistencia de los filamentos de la presente invención después del tratamiento con agua hirviendo sea 5 a 11 cN/dtex. Se prefiere que la resistencia después del tratamiento con agua hirviendo sea 5 cN/dtex o mayor, ya que una tela tejida con suficiente resistencia puede obtenerse incluso después de haberse encogido suficientemente por calor por desengrasado y fijación final. Se prefiere que la resistencia después del tratamiento con agua hirviendo sea mayor, pero se prefiere que la resistencia sea 11 cN/dtex o inferior, ya que la resistencia de la tela tejida puede mantenerse en un intervalo apropiado. Un intervalo más preferido es 5,5 a 10 cN/dtex, y otro intervalo más preferido es 6 a 9 cN/dtex. Un intervalo especialmente preferido es 6,5 a 8,5 cN/dtex.

[0037] Además, se prefiere que la tensión al 10% de alargamiento de los filamentos de poliamida 56 de la presente invención después del tratamiento con agua hirviendo sea 0,3 a 1,5 cN/dtex. La tensión al 10% de alargamiento es un indicador del módulo elástico de filamentos, y una tensión inferior se considera que significa que los filamentos son más flexibles. Se prefiere que la tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo sea 1,5 cN/dtex o inferior por la razón de que si la tela tejida es encogida por calor para lograr una tasa de encogimiento del 3% o inferior después del tratamiento con agua hirviendo de la tela tejida, la tela tejida obtenida alcanza excelente flexibilidad y capacidad de absorción de impactos. Es más preferido que la tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo sea 1,3 cN/dtex o inferior, y adicionalmente más preferida es 1,1 cN/dtex o inferior. Por otra parte, se prefiere que la tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo sea 0,3 cN/dtex o mayor, ya que es poco probable que la tela tejida encogida por calor sea deformada por fuerzas externas. Más preferido es 0,4 cN/dtex o mayor, y adicionalmente más preferido es 0,5 cN/dtex o mayor. La tensión al 10% de alargamiento de los filamentos de poliamida 56 de la presente invención en estados comunes (no tratados con agua hirviendo) no es tan diferente de la de los filamentos de poliamida 66 convencionales, pero después del tratamiento con agua hirviendo, la tensión al 10% de alargamiento de los filamentos de poliamida 56 es 1,5 cN/dtex o inferior, que indica que los filamentos son muy flexibles. Es difícil que los filamentos de poliamida 66 alcancen este nivel, y este nivel puede alcanzarse por el rasgo estructural molecular de la poliamida 56. En las unidades de hexametilendipamida que constituyen la poliamida 66, como tanto el número de átomos de carbono de una unidad de diamina como el número de átomos de carbono de una unidad de ácido dicarboxílico es seis, la poliamida 66 tiene una estructura molecular muy altamente regular y, por tanto, es probable que las posiciones de enlaces amida sean idénticas entre las cadenas moleculares adyacentes entre sí. Por tanto, el tratamiento con agua hirviendo debilita una vez las fuerzas de enlaces de hidrógeno entre moléculas, pero si el agua es descargada fuera del sistema después del encogimiento, la mayoría de las cadenas moleculares forman de

nuevo fuertes enlaces de hidrógeno. Por otra parte, en las unidades de pentametilendipamida que constituyen los filamentos de poliamida 56 de la presente invención, el número de enlaces amida por unidad de volumen es grande y, por tanto, la poliamida 56 es muy altamente hidrófila y tiene el rasgo de que las cadenas moleculares son menos regulares que aquellas de la poliamida 66, ya que el número de átomos de carbono de una unidad de diamina es 5 mientras que el número de átomos de carbono de una unidad de ácido dicarboxílico es 6. Debido a la alta hidrofilia, el tratamiento con agua hirviendo produce una cantidad relativamente alta de agua que se lleva a las fases amorfas, que es probable que reduzca las fuerzas de enlaces de hidrógeno entre cadenas moleculares o que probablemente rompa los enlaces de hidrógeno. Además, la regularidad de cadenas moleculares es baja. Por tanto, puede considerarse que aunque el agua es descargada después del encogimiento, algunas cadenas moleculares no restauran las fuerzas de enlaces de hidrógeno intermoleculares disponibles antes del tratamiento con agua hirviendo, y que se produce la estabilización en un estado de fuerzas de enlace débiles. Por estas razones, los filamentos de poliamida 56 alcanzan fuerza de enlaces de hidrógeno adecuadamente baja entre cadenas moleculares después del tratamiento con agua hirviendo, y alcanza módulo elástico muy bajo.

[0038] Por otra parte, se prefiere que la tensión al 10% de alargamiento de filamentos de poliamida 56, es decir, la tensión al 10% de alargamiento de los filamentos antes de ser sometidos al tratamiento con agua hirviendo, sea mayor por razones tales que la tensión de urdimbre y la tensión de trama puedan fijarse a altos niveles en el procedimiento de urdimbre y el procedimiento de tejido y, por tanto, que pueda producirse fácilmente una tela de alta densidad de ligamento. Sin embargo, si se intenta obtener filamentos con demasiada alta tensión al 10% de alargamiento, es probable que se produzca rotura del hilo y pelusa en el procedimiento de formación de películas. Por tanto, se prefiere que la tensión al 10% de alargamiento de filamentos de poliamida 56 sea 1,8 a 4,5 cN/dtex. Un intervalo más preferido es 1,9 a 4,2 cN/dtex, y otro intervalo más preferido es 2 a 4 cN/dtex.

[0039] Se prefiere que los filamentos de la presente invención tengan alto punto de fusión como indicador de resistencia al calor. Se prefiere que el punto de fusión sea 240°C o mayor. Más preferido es 250°C o mayor. Además, se prefiere que la cantidad de calor de fusión como indicador de la cantidad de calor requerida para fundir fibras sea mayor. Se prefiere 60 J/g o mayor, y más preferido es 70 J/g o mayor. En el caso en el que el punto de fusión y la cantidad de calor de fusión sean altos, aunque los filamentos se expongan a un material de alta temperatura tal como el gas a alta temperatura de un inflador, no se produce la fusión y perforación.

[0040] Además, se prefiere que la tasa de alargamiento de los filamentos de la presente invención sea del 10 al 50% por la razón de que cuando se produce un producto textil, la capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento es buena. Se prefiere que el límite más bajo sea del 12% o superior. Más preferido es el 15% o superior, y adicionalmente más preferido es el 18% o superior. Se prefiere que el límite superior sea el 40% o inferior. Más preferido es el 30% o inferior, y adicionalmente más preferido es el 25% o inferior. Especialmente se prefiere el 23% o inferior.

[0041] Se prefiere que la irregularidad de los filamentos de la presente invención sea pequeña por razones tales que las variaciones en la tensión de urdimbre y la tensión de trama en el procedimiento de urdimbre y el procedimiento de tejido puedan inhibirse, que no se genere pelusa en el procedimiento de urdimbre y el procedimiento de tejido, y que pueda obtenerse una tela tejida de pequeña diferencia de propiedades físicas entre las direcciones de urdimbre y de trama. Por tanto, se prefiere que el % de U (modo normal) como indicador de irregularidad de fibras sea del 3% o menos. Más preferido es 2% o menos, y adicionalmente más preferido es 1,5% o menos. Un intervalo especialmente preferido es 0,5 al 1%.

[0042] Los filamentos de la presente invención también pueden tratarse para ser enmarañados según se requiera, y el valor de FC (factor de coherencia) puede seleccionarse en un intervalo de 3 a 30.

[0043] Como filamentos de la presente invención, la forma de la sección transversal de una monofibra puede ser cualquiera de diversas formas tales como forma redonda, forma en Y, forma multilobulada, forma poligonal, forma plana, forma hueca y forma de cruz en cuadrado, pero como puede obtenerse establemente una tela tejida con mayor resistencia y menor permeabilidad al aire, se prefiere una forma redonda o forma plana. La más preferida es una forma redonda. Las monofibras respectivas pueden ser idénticas a o diferentes entre sí en forma de sección transversal, pero se prefiere que sean idénticas.

[0044] Como cada uno de los filamentos de la presente invención, a un grado tal que no se alteren los efectos previstos de la presente invención, puede usarse una monofibra conjugada tal como una fibra conjugada de tipo núcleo-cubierta (único núcleo, multi-núcleo, o núcleo parcialmente expuesto) o una fibra conjugada bimetálica, o también puede usarse una fibra de aleación aleada con otro polímero. En vista de un filamento con mayor resistencia, se prefiere un filamento que sólo contiene un componente de poliamida 56. Ejemplos de otros polímeros que pueden conjugarse o alearse juntos se enumeran más adelante.

[0045] Por ejemplo, pueden enumerarse poliésteres (poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de trimetileno), poli(tereftalato de butileno), poli(naftalato de etileno), ácido poliláctico, etc.), poliamidas (poliamidas m tales como

poliamida 6, siendo el número m de átomos de carbono en cada unidad recurrente 4 a 12, poliamidas mn tal como poliamida 66, siendo el número m de átomos de carbono en cada unidad recurrente 4 a 12 y siendo el número n de átomos de carbono 4 a 12, etc.), policarbonato, poliestireno, polipropileno, polietileno, polioximetileno, poli(metacrilato de metilo), polietilenglicol y similares. Homopolímeros, copolímeros (los polímeros anteriormente mencionados que incluyen los componentes enumerados más adelante como comonomeros), etc. pueden seleccionarse según convenga.

[0046] Además, los filamentos de la presente invención también pueden mezclarse, hilarse o retorcerse con otras fibras. Ejemplos de otras fibras incluyen fibras naturales tales como algodón, cáñamo, lana y seda, fibras regeneradas tales como rayón y rayón de cupramonio, fibras semisintéticas tales como acetatos, y fibras sintéticas que contienen poliamidas (poliamidas m tales como poliamida 6, siendo el número m de átomos de carbono en cada unidad recurrente 4 a 12, poliamidas mn tales como poliamida 66, siendo el número m de átomos de carbono en cada unidad recurrente 4 a 12 y siendo el número n de átomos de carbono 4 a 12, etc.), poliésteres (poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de trimetileno), poli(tereftalato de butileno), ácido poliláctico, etc.), poliacrilonitrilo, polipropileno, poli(cloruro de vinilo), etc., como homopolímeros y copolímeros (los polímeros anteriormente mencionados que incluyen los componentes enumerados más adelante como comonomeros).

[0047] Además, los filamentos de la presente invención pueden contener pequeñas cantidades de, por ejemplo, un antioxidante, estabilizador resistente al calor (compuesto basado en fenol impedido, compuesto basado en hidroquinona, compuesto basado en tiazol, compuesto basado en fósforo tal como ácido fenilfosfónico, compuesto basado en imidazol tal como 2-mercaptobencimidazol, producto de sustitución del mismo, haluro de cobre, compuesto de yodo, etc.), agente resistente a la intemperie (basado en resorcinol, salicilato, benzotriazol, benzofenona, amina impedida, etc.), pigmento (sulfuro de cadmio, ftalocianina, negro de carbón, etc.), agente potenciador del brillo (óxido de titanio, carbonato cálcico, etc.), colorante (nigrosina, negro de anilina, etc.), agente nucleante de cristales (talco, sílice, caolín, arcilla, etc.), plastificante (p-oxibenzoato de octilo, N-butilbencenosulfonamida, etc.), agente antiestático (agente antioxidante aniónico de tipo sulfato de alquilo, agente antiestático catiónico de tipo sal de amonio cuaternario, agente antiestático no iónico tal como monoestearato de sorbitano polioxietileno, agente antiestático anfótero basado en betaína, etc.), ignífugo (cianurato de melamina, hidróxido tal como hidróxido de magnesio o hidróxido de aluminio, polifosfato de amonio, poliestireno bromado, poli(óxido de fenileno) bromado, policarbonato bromado, resina epoxi bromada, combinación que consiste en cualquiera de estos ignífugos basados en bromo y trióxido de antimonio, etc.).

[0048] Además, la poliamida 56 de la presente invención también puede copolimerizarse con otro compuesto, además de 1,5-pentametildiamina y ácido adípico, a un grado tal que no pueda alterarse el objeto de la presente invención, y puede contener unidades estructurales derivadas, por ejemplo, de los siguientes componentes.

[0049] La poliamida 56 puede contener unidades estructurales derivadas, por ejemplo, de un ácido carboxílico alifático (ácido oxálico, ácido malónico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido sebáico, diácido undecanoico, diácido dodecanoico, ácido brasílico, diácido tetradecanoico, diácido pentadecanoico, diácido octadecanoico, etc.), ácido dicarboxílico alicíclico (ácido ciclohexanodicarboxílico, etc.), y ácido dicarboxílico aromático (ácido tereftálico, ácido isoftálico, ácido naftalenodicarboxílico, ácido difenildicarboxílico, ácido antracénodicarboxílico, ácido fenantrenodicarboxílico, ácido difeniléterdicarboxílico, ácido difenoxietanodicarboxílico, ácido difeniletanodicarboxílico, ácido 1,4-ciclohexanodicarboxílico, ácido 5-sodiosulfisoftálico, ácido 5-tetrabutilfosfonioisofáltico, etc.).

[0050] Además, la poliamida 56 puede contener unidades estructurales derivadas de una diamina alifática tal como etilendiamina, 1,3-diaminopropano, 1,4-diaminobutano, 1,7-diaminoheptano, 1,8-diaminooctano, 1,9-diaminononano, 1,10-diaminododecano, 1,11-diaminoundecano, 1,12-diaminododecano, 1,13-diaminotridecano, 1,14-diaminotetradecano, 1,15-diaminopentadecano, 1,16-diaminohexadecano, 1,17-diaminoheptadecano, 1,18-diaminooctadecano, 1,19-diaminononadecano, 1,20-diaminoeicosano o 2-metil-1,5-pentametildiamina, diamina alicíclica tal como ciclohexanodiamina o bis-(4-aminohexil)metano, o diamina aromática tal como xililendiamina.

[0051] La poliamida 56 puede contener unidades estructurales derivadas de un compuesto de diol aromático, alifático o alicíclico tal como etilenglicol, propilenglicol, butilenglicol, pentanodiol, hexanodiol, 1,4-ciclohexanodimetanol, neopentilglicol, hidroquinona, resorcina, dihidroxibifenilo, naftalenodiol, antracénodiol, fenantrenodiol, 2,2-bis(4-hidroxifenil)propano, éter 4,4'-dihidroxidifenílico, o bisfenol S.

[0052] Además, la poliamida 56 puede contener unidades estructurales derivadas de un ácido hidroxicarboxílico aromático, alifático o alicíclico que tiene un grupo hidroxilo y un ácido carboxílico por un compuesto tal como ácido láctico, 3-hidroxiacetato, 3-hidroxiacetato-valerato, ácido hidroxibenzoico, ácido hidroxinaftoico, ácido hidroxiantracénocarboxílico, ácido hidroxifenantrenocarboxílico, o ácido (hidroxifenil)vinilcarboxílico.

[0053] Además, la poliamida 56 puede contener unidades estructurales derivadas de un aminoácido tal como ácido 6-aminocaproico, ácido 11-aminoundecanoico, ácido 12-aminododecanoico o ácido para-aminometilbenzoico, o una lactama tal como ϵ -caprolactama o ϵ -lauro lactama.

5 **[0054]** Los filamentos de poliamida 56 de la presente invención son pequeños en finura global y finura de monofibra y, por tanto, tienen excelentes propiedades mecánicas, resistencia al calor, resistencia al desgaste y durabilidad, pudiendo usarse como cualquiera de las diversas estructuras de fibra tales como telas (telas tejidas, telas de punto, telas no tejidas, telas de pelo, etc.), cordeles (cuerdas de descenso, sogas, cintas, redes de pesca, trenzas, etc.), y siendo ampliamente adecuadamente usadas para aplicaciones industriales y aplicaciones de cierre.
 10 Por ejemplo, pueden usarse adecuadamente como estructuras de fibra que constituyen materiales interiores y exteriores y partes de seguridad de vehículos tales como automóviles y aviones, que incluyen airbags, fibras de refuerzo de goma, cinturones de seguridad, láminas, colchones, etc. Además, son adecuados para aplicaciones industriales como redes de pesca, sogas, cinturones de seguridad, eslingas, toldos, tiendas de campaña, telas para bolsas, trenzas, láminas de protección, lienzos, hilos de coser, etc., láminas para la protección de pasto para uso agrícola, láminas resistentes al agua para materiales arquitectónicos, etc. Además, pueden usarse adecuadamente para aplicaciones de ropa que requieren resistencia y resistencia al desgaste tales como ropa de calle y ropa deportiva. Las estructuras de fibra pueden contener fibras distintas de filamentos de poliamida 56, pero con el fin de usar las excelentes propiedades de los filamentos de poliamida 56 de la presente invención, se prefiere que el contenido de los filamentos de poliamida 56 de la presente invención sea del 50% en peso o más. Más preferido es el 70% en peso o más, y adicionalmente más preferido es el 90% en peso o más.

[0055] Los filamentos de la presente invención que tienen las propiedades anteriormente mencionadas también tienen una tasa de encogimiento adecuada por tratamiento con agua hirviendo y también tienen alta resistencia y bajo módulo elástico después del tratamiento con agua hirviendo. Por tanto, si los filamentos son encogidos por calor en cualquier etapa, puede obtenerse una estructura de fibra que tiene alta resistencia y también flexibilidad. Además, se prefiere que una estructura de fibra obtenida a partir de los filamentos sea encogida por calor, ya que puede hacerse que la estructura de fibra tenga mayor densidad. Si los filamentos de la presente invención están, por ejemplo, urdidos y tejidos para obtener una tela tejida que luego es encogida por calor por tal tratamiento por calor como desengrasado y fijación final para usar aquellas características, puede obtenerse una tela de alta densidad de ligamento de excelente flexibilidad, capacidad de absorción de impactos, propiedades mecánicas, resistencia al calor y durabilidad, y puede formarse una tela tejida muy adecuada como tela de airbag. Por supuesto, dicha tela tejida también puede usarse para aplicaciones industriales y aplicaciones de ropa distintas de la tela de airbag.

35 **[0056]** La tela de airbag obtenida usando los filamentos de la presente invención se explica a continuación.

[0057] Una tela de airbag se refiere a una tela que va a coserse dando un airbag, y la tela de airbag de la presente invención se caracteriza porque contiene una tela tejida que contiene los filamentos de poliamida 56 de la presente invención. Además, la tela de airbag de la presente invención puede usarse preferentemente tanto como una tela no recubierta como una tela recubierta, ya que se requiere que la tela no recubierta y la tela recubierta tengan ambas alta resistencia y bajo módulo elástico que son las características de los filamentos de poliamida 56 de la presente invención.

45 **[0058]** Por ejemplo, se prefiere usar la tela de la presente invención como una tela no recubierta, ya que la tela no recubierta puede presentar las características de los filamentos de la presente invención con alta resistencia y bajo módulo elástico al máximo grado, como tela de airbag de excelente capacidad de acomodación y capacidad de absorción de impactos. Se prefiere emplear el ligamento preferido descrito después, ya que puede obtenerse una tela no recubierta de baja permeabilidad al aire y excelentes propiedades mecánicas, resistencia al calor y durabilidad.

50 **[0059]** Por otra parte, se prefiere que la tela de la presente invención se use como una tela recubierta por razones tales que pueda usarse la excelente adhesividad de filamentos de poliamida 56 y que, aunque el elastómero contenido por unidad de área se mantenga más pequeño que el de la tela recubierta formada de los filamentos de poliamida 66 convencionales, pueda presentar durabilidad suficiente de la adhesión. Se prefiere que el elastómero contenido sea más pequeño, ya que la tela puede hacerse más flexible. Se prefiere 20 g/m² o menos, y más preferido es 15 g/m² o menos. Otro intervalo más preferido es 5 a 10 g/m². En este caso, el elastómero usado para el recubrimiento puede ser una resina de cloropreno, resina de silicona o resina de uretano convencional públicamente conocida, etc.

60 **[0060]** El ligamento puede seleccionarse de ligamento tafetán, ligamento liso, ligamento de raso, etc., pero se prefiere ligamento tafetán, ya que puede obtenerse una tela tejida con inferior permeabilidad al aire y alta densidad con una buena capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento.

[0061] El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama de la tela tejida están respectivamente en un intervalo de 30 a 100 hilos/2,54 cm, y se prefiere seleccionar los números respectivos de hilos para asegurar

que el factor de cobertura descrito después pueda mantenerse en un intervalo preferido. El número de hilos de urdimbre puede ser igual a o diferente del número de hilos de trama, pero se prefiere que la simetría en las direcciones de urdimbre y de trama sea mayor, ya que es poco probable que se produzcan diferencias en propiedades físicas tales como resistencia y flexibilidad entre direcciones de urdimbre y de trama. Se prefiere mayor simetría por razones tales que la permeabilidad al aire se vuelva inferior y que pueda potenciarse la capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de tejido. Por tanto, se prefiere que la diferencia entre el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama sea 0 a 15 hilos/2,54 cm. Un intervalo más preferido es 0 a 10 hilos/2,54 cm, y otro intervalo más preferido es 0 a 5 hilos/2,54 cm.

[0062] La finura global y la finura de monofibra de los filamentos de poliamida 56 usados como hilos de urdimbre pueden ser iguales a o diferentes de aquellos usados como hilos de trama, pero se prefiere que los hilos de urdimbre y los hilos de trama sean idénticos entre sí en finura global y finura de monofibra, ya que es poco probable que se produzca la anisotropía de propiedades en una tela tejida con mayor simetría como se ha descrito anteriormente.

[0063] Se prefiere que la finura global de cada hilo componente de la tela de airbag de la presente invención sea 200 a 600 dtex. Se prefiere que la finura global de cada hilo componente de la tela sea 600 dtex o inferior, ya que incluso una tela de alta densidad de ligamento puede formarse en una fina tela tejida con alta flexibilidad y, por tanto, con alta capacidad de acomodación y excelente capacidad de absorción de impactos. Adicionalmente, por otra parte, se prefiere que la finura global de cada hilo componente de la tela sea 200 dtex o mayor, ya que las propiedades mecánicas de la tela tal como resistencia a la tracción y tenacidad al rasgado alcanzan los niveles no inferiores a aquellos de una tela práctica. Un intervalo más preferido es 250 a 550 dtex, y otro intervalo más preferido es 300 a 50 dtex.

[0064] Además, se prefiere que la finura de monofibra de cada hilo componente de la tela sea 0,1 a 7 dtex. Se prefiere que la finura de monofibra de cada hilo componente de la tela sea 7 dtex o inferior por razones tales que la rigidez a la flexión de monofibras disminuya para potenciar la flexibilidad de la tela, para proporcionar una tela con excelente capacidad de acomodación. Además, se prefiere una finura de monofibra de 7 dtex o inferior por razones tales que el área superficial específica de fibras se convierta en grande para potenciar la fuerza de contener los filamentos que constituyen la tela mutuamente, para permitir la evitación de tal inconveniente de que el ligamento alrededor de las porciones cosidas sea deformado cuando la tela es inflada por el inflador, proporcionando así un airbag con baja permeabilidad al aire. Por otra parte, se prefiere que la finura de monofibra sea 0,1 dtex o superior, ya que pueden potenciarse propiedades mecánicas de la tela tales como resistencia a la tracción y tenacidad al rasgado. En vista de lo anterior, es más preferido que la finura de monofibra de cada hilo componente de la tela sea 1 a 6 dtex, y otro intervalo más preferido es 1,5 a 4 dtex. Se prefiere una mayor densidad de ligamento tejido, ya que la tela tiene inferior permeabilidad al aire y mayor resistencia. Se prefiere que el factor de cobertura (K) como indicador de densidad de ligamento sea 1500 o más. Más preferido es 1700 o más, y otro intervalo más preferido es 1900 a 2700.

[0065] Además, se prefiere que el peso por unidad de área de la tela de airbag de la presente invención sea 150 a 250 g/m², ya que la tela tiene excelentes propiedades mecánicas, flexibilidad y peso ligero en buen equilibrio.

[0066] Se prefiere que la tela de airbag de la presente invención tenga del 0 al 3% de tasa de encogimiento de la tela después de someterse a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos. Se prefiere que la tela producida por un telar sea encogida por calor para garantizar que la tela puede tener una tasa de encogimiento del 0 al 3% por tratamiento con agua hirviendo por razones tales que puedan usarse tanto la alta resistencia como el bajo módulo elástico como características de los filamentos de poliamida 56 y que pueda obtenerse una tela flexible. La tasa de encogimiento mantenida en el intervalo anteriormente mencionado también se prefiere por razones tales que es poco probable que se produzca cambio dimensional aunque la tela se exponga a un ambiente de alta temperatura-alta humedad durante un largo periodo de tiempo y, por tanto, que las costuras cosidas no se arruguen para evitar la fuga de gas en el momento del inflado. Un intervalo más preferido es del 0 al 2%, y otro intervalo más preferido es del 0 al 1%. La tela con una baja tasa de encogimiento después del tratamiento con agua hirviendo como ésta puede obtenerse empleando el procedimiento de producción preferido descrito después. En este caso, la tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo se define en cada una de las direcciones de urdimbre y de trama de la tela tejida, y se prefiere que las tasas de encogimiento respectivas se mantengan dentro del intervalo anteriormente mencionado. Además, se prefiere que las diferencias de propiedades físicas entre la dirección de urdimbre y la dirección de trama sean pequeñas cuando el airbag se produce por costura, y se prefiere que la diferencia en la tasa de encogimiento entre la dirección de urdimbre y la dirección de trama sea del 1,5% o menos. Más preferido es el 1% o menos, y otro intervalo más preferido es del 0 al 0,5%.

[0067] Además, se prefiere que la resistencia de los hilos componentes de la tela sea mayor, ya que la resistencia a la tracción y la tenacidad al rasgado de la tela se vuelven mayores. Un intervalo preferido es 5 a 10 cN/dtex. Los filamentos de poliamida 56 de la presente invención disminuyen menos en resistencia incluso después del tratamiento con agua hirviendo. Por tanto, aunque la tela tiene una baja tasa de encogimiento del 0 al 3%

alcanzado por tratamiento con agua hirviendo, la resistencia de los hilos componentes es 5 cN/dtex o mayor preferentemente. Un intervalo más preferido es 5,5 a 10 cN/dtex, y otro intervalo más preferido es 6 a 10 cN/dtex. En este caso, la tela incluye hilos de urdimbre componentes e hilos de trama componentes, y se prefiere que las resistencias de tanto los hilos de urdimbre componentes como los hilos de trama componentes se mantengan en el intervalo anteriormente mencionado. Además, se prefiere que la diferencia entre la resistencia de cada hilo de urdimbre componente y la resistencia de cada hilo de trama componente sea más pequeña, ya que la diferencia en la resistencia a la tracción o tenacidad al rasgado de la tela entre las direcciones de urdimbre y de trama puede ser inferior, y aunque la tela se cose para producir un airbag, es poco probable que las propiedades físicas sean anisotrópicas. Por tanto, se prefiere que la diferencia entre la resistencia de cada hilo de urdimbre componente y la resistencia de cada hilo de trama componente sea 1 cN/dtex, y un intervalo más preferido es 0 a 0,5 cN/dtex.

[0068] Además, se prefiere que los hilos componentes de la tela de airbag de la presente invención tengan una tensión de 0,3 a 2 cN/dtex al 10% de alargamiento. Se prefiere que la tensión de los hilos componentes al 10% de alargamiento sea 2 cN/dtex o inferior, ya que la tela de airbag alcanza excelente flexibilidad y capacidad de absorción de impactos. Además, se prefiere que la tensión de hilos componentes al 10% de alargamiento sea 0,3 cN/dtex o mayor, ya que es poco probable que la tela tejida sea deformada por fuerzas externas. Un intervalo más preferido es 0,4 a 1,8 cN/dtex, y otro intervalo más preferido es 0,5 a 1,3 cN/dtex. Si los filamentos de poliamida 56 de la presente invención se tratan con agua hirviendo como se ha descrito anteriormente, la tensión al 10% de alargamiento de los filamentos se vuelve muy baja. Por tanto, si la tela tejida formada de dichos filamentos disminuye a una tasa de encogimiento del 0 al 3% por tratamiento con agua hirviendo, la tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes puede mantenerse en el intervalo anteriormente mencionado. En este caso, como se prefiere que las diferencias en las propiedades físicas de la tela tejida entre direcciones de urdimbre y de trama sean inferiores, se prefiere que tanto la tensión al 10% de alargamiento de cada hilo de urdimbre componente y la tensión al 10% de alargamiento de cada hilo de trama componente se mantengan en el intervalo anteriormente mencionado, y se prefiere que la diferencia entre la tensión al 10% de alargamiento de cada hilo de urdimbre componente y que la de cada hilo de trama componente sea 0,3 cN/dtex o inferior, y un intervalo más preferido es 0 a 0,2 cN/dtex.

[0069] Se prefiere que la resistencia a la tracción de la tela de airbag de la presente invención sea 500 N/cm o mayor. Más preferido es 600 N/cm o mayor, y adicionalmente más preferido es 650 N/cm o mayor. Se prefiere una mayor resistencia a la tracción, pero se prefiere que la resistencia a la tracción sea 1000 N/cm o inferior por razones tales que el peso por unidad de área de la tela tejida pueda disminuirse y que pueda obtenerse una tela fina y flexible.

[0070] Además, se prefiere que la tenacidad al rasgado de la tela sea mayor, ya que es poco probable que la tela sea reventada por el impacto del gas inyectado del inflador. Se prefiere una tenacidad al rasgado de 180 N o mayor. Más preferido es 220 N o mayor, y adicionalmente más preferido es 250 N o mayor. Por otra parte, se prefiere que la tenacidad al rasgado se mantenga en un intervalo apropiado por razones tales que es poco probable que el ligamento alrededor de las porciones cosidas sea deformado incluso por la fuerza de impacto que actúa cuando el airbag se infla y, por tanto, que pueda obtenerse un airbag con baja permeabilidad al aire. Por tanto, se prefiere una tenacidad al rasgado de 500 N o inferior, y más preferido es 400 N o inferior.

[0071] Se prefiere que el espesor de la tela de airbag de la presente invención sea 0,2 a 0,4 mm. Se prefiere una tela de airbag con el espesor mantenido en un intervalo tal por razones tales que la tela tenga suficiente resistencia al calor contra el gas a alta temperatura inyectado del inflador y también tenga excelente flexibilidad, pudiendo aplicarse también a un coche pequeño que requiere una grave capacidad de acomodación.

[0072] Se prefiere que la permeabilidad al aire de la tela de airbag de la presente invención sea baja. Se prefiere 40 cc/cm²/s o inferior, y más preferido es 30 cc/cm²/s o inferior. Adicionalmente más preferido es 20 cc/cm²/s o inferior, y un intervalo especialmente preferido es 0 a 10 cc/cm²/s. Se prefiere que la permeabilidad al aire sea 40 cc/cm²/s o inferior por razones tales que cuando el airbag es inflado por colisión o similares sea poco probable que el aire en el airbag se fugue fuera y que la velocidad de inflado del airbag se vuelva alta. Además, se prefiere una permeabilidad al aire de 40 cc/cm²/s o inferior, ya que es poco probable que el gas a alta temperatura fluya hacia el pasajero para asegurar la seguridad del pasajero.

[0073] Se prefiere que la resistencia a la flexión de la tela de airbag de la presente invención medida según JIS L 1096 (1999) (8.19.1.Procedimiento A, procedimiento del voladizo a 45°) sea inferior, ya que la tela alcanza excelente capacidad de acomodación. Se prefiere 70 mm o inferior, y más preferido es 65 mm o inferior. Otro intervalo más preferido es 20 a 60 mm. Si cada hilo componente tiene menor tensión al 10% de alargamiento, finura global y finura de monofibra, puede obtenerse una tela con baja resistencia a la flexión. Además, si la tela tiene menor factor de cobertura, espesor y cantidad de recubrimiento de elastómero, la tela tiene menor resistencia a la flexión.

[0074] La tela de airbag de la presente invención tiene excelente resistencia a la tracción y tenacidad al rasgado y también excelente flexibilidad, capacidad de absorción de impactos, resistencia al calor y durabilidad. Por

tanto, puede aplicarse a todos los tipos de airbags tales como airbag del asiento del conductor, otro airbag de asientos delanteros, airbag lateral, airbag para las rodillas, airbag de cortina inflable, etc.

5 **[0075]** Un procedimiento preferido para producir los filamentos de poliamida 56 de la presente invención se explica a continuación.

10 **[0076]** El procedimiento para producir los filamentos de poliamida 56 de la presente invención puede clasificarse en un procedimiento de síntesis de monómeros, procedimiento de polimerización y procedimiento de formación de hilos (procedimiento de hilado y estirado), y se prefiere emplear procedimientos de producción específicos en los procedimientos respectivos. Con el fin de producir filamentos que tienen una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 y una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3 que son rasgos constituyentes de la presente invención, el procedimiento de producción en el procedimiento de polimerización es el más importante. Si la resina de poliamida 56 obtenida por un procedimiento de polimerización específico se proporciona para hilado del fundido, pueden hilarse filamentos de poliamida 56 con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 o mayor y una pequeña relación de Mw/Mn de 3 o inferior. Como resultado, en el procedimiento de formación de hilo, las cadenas moleculares pueden orientarse uniformemente, y los filamentos con excelentes propiedades de la presente invención pueden producirse con una buena capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento. Modos preferidos se explican más adelante sucesivamente a partir del procedimiento de síntesis de monómeros.

20 **[0077]** En el procedimiento de síntesis de monómeros se prefiere que la 1,5-pentametildiamina se sintetice a partir de un compuesto derivado de biomasa tal como glucosa o lisina por reacción enzimática, reacción con levadura o reacción de fermentación, etc. El procedimiento anteriormente mencionado se prefiere por razones tales que el contenido de tales compuestos como 2,3,4,5-tetrahidropiridina y piperidina sea tan pequeño que se permita la producción de 1,5-pentametildiamina altamente pura y, por tanto, como la resina de poliamida 56 tiene alta estabilidad durante el almacenamiento del fundido, es poco probable que el peso molecular disminuya en el procedimiento de hilado del fundido, para inhibir el aumento de Mw/Mn. Además, como el material se deriva de biomasa, es ventajosamente excelente en adaptabilidad al ambiente. Particularmente se prefiere la poliamida 56 obtenida polimerizando 1,5-pentametildiamina, o clorhidrato de 1,5-pentanodiamina o adipato de 1,5-pentametildiamina, desvelados en los documentos JP 202-223771 A, JP 2004-000114 A, JP 2004-208646 A, JP 2004-290091 A, JP 2004-298034 A, JP 2002-223770 A o JP 2004-222569 A, etc. Es más preferido polimerizar adipato de 1,5-pentametildiamina, ya que puede obtenerse fácilmente un material de partida más altamente puro. Además, como ácido adípico, otro componente de diamina y componente de ácido dicarboxílico pueden usarse aquellos producidos por procedimientos convencionales públicamente conocidos.

35 **[0078]** Como procedimiento para determinar si los filamentos de poliamida 56 de la presente invención, una estructura de fibra que contiene dichos filamentos, tela de airbag o gránulos de resina han sido sintetizados o no a partir de un compuesto derivado de biomasa está la ASTM D6866 basada en el principio de datación radiactiva con C14 (radiocarbono). Particularmente, la concentración de biomasa en una muestra puede medirse mediante un procedimiento de secar una muestra (polímero) para eliminar agua, pesar, quemar la muestra, para generar CO₂, adsorberlo por un adsorbente mediante operación química, y medir por un contador de centelleo líquido, un procedimiento de convertir el CO₂ generado por combustión en carbono grafito y medir por espectrometría de masas con aceleradores, o un procedimiento de sintetizar benceno a partir del CO₂ generado por combustión y medir por un contador de centelleo líquido, etc.

45 **[0079]** El procedimiento de polimerización para obtener la resina de poliamida 56 usada para producir los filamentos de la presente invención se explica a continuación.

50 **[0080]** Los filamentos de poliamida 56 de la presente invención tienen hasta 3 o mayor viscosidad relativa en ácido sulfúrico y tan estrecha como 3 o menor Mw/Mn como indicador de la distribución de peso molecular. Si se intenta producir la poliamida 56 con un alto peso molecular tal por sólo un procedimiento de polimerización por calor, la reacción de polimerización se retrasa, y el interior del reactor de polimerización debe mantenerse a una alta temperatura (240°C o mayor) durante un largo periodo de tiempo. Por tanto, en comparación con la polimerización por calor de la poliamida 66 convencional, el periodo de tiempo de la polimerización tiende a ser más largo. Se estima que las razones son que el punto de ebullición de la 1,5-pentametildiamina como material de partida de la resina de poliamida 56 es bajo, es probable que la 1,5-pentametildiamina se evapore para fluir fuera del sistema a una alta temperatura, que la reacción de desamoniación intramolecular de 1,5-pentametildiamina se produzca para provocar el cambio en aminas básicas tales como 2,3,4,5-tetrahidropiridina, piperidina y amoniaco y, por tanto, que es probable que se pierda el equilibrio molar entre la diamina y el ácido dicarboxílico en el reactor de polimerización. Además, si la resina de poliamida 56 con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 o mayor producida por un procedimiento de polimerización por calor sólo se usa para hilado del fundido, Mw/Mn de los filamentos de poliamida 56 hilados supera 3, y es muy difícil producir filamentos con pequeña finura global, pequeña finura de monofibra y alta resistencia como en la presente invención.

[0081] Las razones son que una resina de poliamida 56 con una relación de Mw/Mn superior a 3 se produce debido a la descomposición térmica que se produce en el último periodo de polimerización debido al retraso de la polimerización y que, aunque se obtiene una resina con una relación de Mw/Mn de 3 o inferior, contiene una gran cantidad de aminas básicas y, por tanto, tiene baja resistencia al calor y alcanza una grande distribución de peso molecular debido a la descomposición térmica en el procedimiento de hilado del fundido.

[0082] Por tanto, con el fin de producir filamentos de poliamida 56 con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 o mayor y una relación de Mw/Mn de 3 o inferior como en la presente invención, es esencial que una resina de poliamida 56 con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 2,9 o inferior se produzca de antemano como material de partida por un procedimiento de polimerización por calor, granule y potencie el grado de polimerización por un procedimiento de polimerización en fase sólida. Además, como la poliamida 56 tiene menor resistencia al calor y menor cristalinidad que la poliamida 66 convencional, se requiere controlar con precisión las condiciones de polimerización en la polimerización en fase sólida. Especialmente con el fin de permitir que la reacción de polimerización tenga lugar uniformemente en la polimerización en fase sólida, es importante mantener el equilibrio de concentración entre grupos terminales amino y grupos terminales carboxilo en un intervalo específico, y se prefiere un procedimiento de polimerización de dos etapas en el que una resina de poliamida 56 se produce con las cantidades de dichos grupos terminales controlados y ajustados por un procedimiento de polimerización por calor y posteriormente se somete a polimerización en fase sólida.

[0083] Como se ha descrito anteriormente, en la producción de los filamentos de poliamida 56 de la presente invención, es importante mantener en primer lugar el equilibrio de concentración entre grupos terminales amino y grupos terminales carboxilo en un intervalo específico controlando estrictamente las condiciones de producción de la poliamida 56. Un procedimiento de polimerización por calor preferido y un procedimiento de polimerización en fase sólida preferido se explican a continuación.

[0084] El procedimiento de polimerización por calor de la presente invención es un procedimiento de polimerización a presión/por calor realizado en presencia de agua, y una disolución acuosa que contiene una diamina y ácido adípico como materiales de partida se calienta para deshidratación y condensación, para obtener una resina de poliamida 56, e incluye una etapa de preparación del material de partida (preparar una disolución acuosa que contiene materiales de partida y suministrarla a un reactor de polimerización), etapa de concentración (calentar el interior del sistema de polimerización bajo ligera presurización, para volatilizar el agua en la disolución acuosa, para concentrar los materiales de partida), etapa de aumento de la presión (mantener el sistema de polimerización internamente cerrado, y calentar la disolución acuosa que contiene los materiales de partida, para generar vapor de agua, para elevar la presión a un nivel deseado en la siguiente etapa de control de la presión), etapa de control de la presión (mantener el interior del sistema de polimerización a una presión constante, mientras que se calienta para producir un prepolímero), etapa de liberación de presión (liberar la presión para volver a una presión normal y elevar la temperatura en el sistema de polimerización por encima del punto de fusión del prepolímero), etapa de reducción de la presión (calentar por encima del punto de fusión del polímero producido, y mantener a una presión reducida para hacer que tenga lugar la policondensación) y etapa de descarga (inyectar un gas inerte en el reactor de polimerización, para descargar el polímero producido, y granular).

[0085] Como se ha descrito anteriormente, la 1,5-pentametildiamina (punto de ebullición: aprox. 180°C) como material de partida de la resina de poliamida 56 tiene menor punto de ebullición que la 1,6-hexametildiamina (punto de ebullición: aprox. 200°C) como material de partida de la poliamida 66 convencional y es probable que se evapore a la temperatura de polimerización por calor. Por tanto, en el último periodo de polimerización, es probable que se pierda el equilibrio molar entre grupos terminales amino y grupos terminales carboxilo en el reactor de polimerización produciendo el retraso de la polimerización. Además, si el periodo de tiempo de la polimerización se convierte en más largo, tiende a inducirse la formación de aminas básicas por la reacción de desamoniación intramolecular de la 1,5-pentametildiamina y, por tanto, se prefiere tomar cualquier presión para mantener el equilibrio molar entre la 1,5-pentametildiamina y el ácido adípico en el último periodo de polimerización en el procedimiento de polimerización por calor. Se prefiere producir una resina de poliamida 56 que tiene grupos terminales amino y grupos terminales carboxilo en buen equilibrio y proporcionarla para la posterior polimerización en fase sólida. Más particularmente, se prefiere producir una resina de poliamida 56 con la concentración de grupos terminales amino y la concentración de grupos terminales carboxilo mantenida en la siguiente relación por un procedimiento de polimerización por calor y proporcionarla para la polimerización en fase sólida.

$$0,3 \leq [\text{NH}_2] / ([\text{NH}_2] + [\text{COOH}]) \leq 0,7$$

[NH₂]: Concentración de grupos terminales amino en la resina de poliamida 56 que va a proporcionarse para la polimerización en fase sólida (eq/ton)

[COOH]: Concentración de grupos terminales carboxilo en la resina de poliamida 56 que va a proporcionarse para la polimerización en fase sólida (eq/ton)

[0086] En este caso, es más preferido que la resina de poliamida 56 que va a proporcionarse para la polimerización en fase sólida cumpla $0,4 \leq [\text{NH}_2]/([\text{NH}_2] + [\text{COOH}]) \leq 0,6$.

[0087] Además, se prefiere que la resina de poliamida 56 producida por un procedimiento de polimerización a presión/por calor realizado en presencia de agua tenga una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 2 a 2,9. Se prefiere que la viscosidad relativa en ácido sulfúrico sea 2,9 o inferior, ya que puede inhibirse la descomposición térmica producida por el retraso de la polimerización y la formación de aminas básicas. Por otra parte, se prefiere que la viscosidad relativa en ácido sulfúrico sea 2 o mayor por razones tales que el estado de descarga del polímero en la etapa de descarga sea estable y que pueda producirse una resina de poliamida 56 de tamaño de gránulo uniforme. Un intervalo más preferido es 2,1 a 2,85 y otro intervalo más preferido es 2,2 a 2,8.

[0088] Para mantener el equilibrio molar entre 1,5-pentametildiamina y ácido adípico en el último periodo de polimerización puede emplearse un procedimiento de suministrar una cantidad en exceso de 1,5-pentametildiamina con respecto a ácido adípico al principio de la polimerización, para compensar la pérdida de 1,5-pentametildiamina volatilizada por polimerización por calor o un procedimiento de mantener la temperatura alcanzada en la polimerización por calor, periodo de tiempo de polimerización, etc., en intervalos específicos, para inhibir la volatilización de 1,5-pentametildiamina en la polimerización por calor, pero cuando los inventores hicieron un estudio profundo encontraron que es difícil producir una resina de poliamida 56 que tuviera grupos terminales amino y grupos terminales carboxilo que existieran en buen equilibrio por sólo estos procedimientos.

[0089] Los inventores hicieron adicionalmente un amplio estudio y, como resultado, encontraron que como la 1,5-pentametildiamina es especialmente altamente hidrófila, es probable que se volatilice con la evaporación de agua y, por tanto, que si el agua se evapora mediante calentamiento de la disolución acuosa que contiene los materiales de partida a una alta temperatura ya en la etapa inicial de la polimerización cuando tiene lugar poca reacción de polimerización, la cantidad volatilizada de 1,5-pentametildiamina tiende a ser muy grande. Particularmente se encontró que si la temperatura del líquido es superior a 150°C en la etapa inicial de polimerización, es especialmente probable que la 1,5-pentametildiamina se volatilice junto con la evaporación de agua.

[0090] Por tanto, en el procedimiento de producir una resina de poliamida 56 por polimerización por calor se prefiere que, cuando una disolución acuosa de material de partida se prepare a partir de monómeros brutos en la etapa de preparación del material de partida, la concentración de monómero se mantenga al 55 al 80% en peso y que posteriormente en la etapa de concentración la temperatura de dicha disolución acuosa se fije a 100 a 150°C, mientras que la concentración de monómero bruto se concentra a un intervalo del 80 al 95% en peso. Entonces, después de realizar la etapa de aumento de la presión, la etapa de control de la presión, la etapa de liberación de presión, la etapa de reducción de la presión y la etapa de descarga se produce una resina de poliamida 56.

[0091] Se prefiere que la concentración de la disolución acuosa de material de partida se fije al 55% en peso o mayor, ya que la cantidad de agua evaporada en la posterior etapa de concentración puede ser pequeña para reducir la cantidad volatilizada de 1,5-pentametildiamina. En este caso, los monómeros brutos se refieren a los monómeros que constituyen la poliamida 56 de la presente invención e incluyen 1,5-pentametildiamina, ácido adípico y los otros comonómeros anteriormente mencionados. Además, la concentración de monómero bruto se refiere al valor obtenido dividiendo el peso total de los monómeros brutos entre el peso de la disolución acuosa y multiplicando el cociente por 100. Por otra parte, en vista de la resistencia al calor de la tubería y el consumo de energía, se prefiere que la concentración de la disolución acuosa de material de partida sea del 80% en peso o inferior, ya que la temperatura para mantener caliente la tubería en la que fluye la disolución acuosa puede controlarse en un intervalo adecuado. Un intervalo más preferido es del 60 al 80% en peso, y otro intervalo más preferido es del 65 al 80% en peso.

[0092] Mientras tanto, la sal de 1,6-hexametildiamina y el ácido adípico como materiales de partida de la poliamida 66 general no tienen solubilidades tan altas en agua y, por tanto, si la concentración de sales es demasiado alta, existe el problema de que la sal recristalice como precipitado. Por tanto, es necesario ajustar la concentración de sales en la disolución acuosa a aproximadamente el 50% en peso, y si la temperatura de la disolución acuosa es baja, incluso cuando la concentración sea del 50% en peso o inferior, la recristalización se produce. Por tanto, es necesaria cualquier medida tal como mantener la tubería caliente. Por esta razón se ha considerado técnicamente difícil elevar la concentración de sales de la disolución acuosa en la etapa de preparación del material de partida. Por el contrario, se ha encontrado que la sal de 1,5-pentametildiamina y ácido adípico como materiales de partida de la poliamida 56 tienen solubilidad muy alta en agua. Por ejemplo, se encontró que una disolución acuosa que contiene 50% en peso de una sal equimolar de 1, 6-hexametildiamina y ácido adípico como materiales de partida de una resina de poliamida 66 empieza la recristalización cuando la temperatura de la disolución alcanza menos de 40°C, pero que una disolución acuosa que contiene 50% en peso de una sal equimolar de 1,5-pentametildiamina y ácido adípico no produce la recristalización incluso a una temperatura de disolución de 5°C, y sigue siendo una disolución uniforme. Debido a este rasgo novedoso se encontró que una disolución acuosa de material de partida con una alta concentración puede prepararse de antemano para permitir que se alcance una mayor concentración sin volatilizar poco 1,5-pentametildiamina.

5 **[0093]** Se prefiere que la temperatura de la disolución acuosa en la etapa de preparación del material de partida esté en un intervalo de 10 a 70°C por razones tales que la solubilidad de la sal de 1,5-pentametilendiamina y el ácido adípico en agua pueda potenciarse y que el consumo de energía requerido para mantener la tubería caliente pueda mantenerse pequeño. Un intervalo más preferido es 20 a 60°C.

10 **[0094]** En el procedimiento de polimerización por calor de la presente invención se prefiere que la etapa de preparación del material de partida vaya seguida de una etapa de concentrar la disolución acuosa que contiene los materiales de partida (etapa de concentración), y se prefiere que después de la concentración de la disolución acuosa se eleve a un intervalo del 80 al 95% en peso en la etapa de concentración, la disolución acuosa se proporciona para la etapa de aumento de la presión. Se prefiere que la concentración de la disolución acuosa sea del 80% en peso o mayor, ya que la cantidad volatilizada de 1,5-pentametilendiamina en el procedimiento de polimerización puede mantenerse baja. Por otra parte, se prefiere que la concentración de la disolución acuosa sea del 95% en peso o inferior, ya que es probable que el prepolímero se produzca en la etapa de control de la presión. Por tanto, es más preferido que la concentración de la disolución acuosa al final de la etapa de concentración sea del 83 al 93% en peso, y otro intervalo más preferido es del 85 al 90% en peso. Se prefiere mantener la temperatura de la disolución acuosa en este caso a 150°C o inferior, y si la concentración se realiza en dicho intervalo de temperatura, el agua puede evaporarse positivamente mientras que se inhibe la volatilización de la 1,5-pentametilendiamina. Más preferido es 140°C o inferior, y adicionalmente más preferido es 130°C o inferior. Un intervalo especialmente preferido es 100 a 120°C. Además, por la misma razón se prefiere ajustar la válvula del reactor de polimerización para mantener la presión (presión manométrica) en el reactor de polimerización en un intervalo de 0,05 a 0,5 MPa. Un intervalo más preferido es 0,1 a 0,4 MPa. El periodo de tiempo de concentración puede seleccionarse para mantener la concentración de la disolución acuosa en el intervalo anteriormente mencionado, y se prefiere un periodo de tiempo de 0,5 a 5 horas.

25 **[0095]** En el procedimiento de polimerización por calor preferido anteriormente mencionado de la presente invención, como la concentración de la disolución acuosa de la sal suministrada al reactor de polimerización es alta, la cantidad absoluta de agua volatilizada es pequeña y como la disolución acuosa se concentra a una temperatura relativamente baja bajo ligera presurización en la etapa de concentración, la cantidad de 1,5-pentametilendiamina volatilizada en el procedimiento de polimerización puede disminuirse enormemente. Por tanto, en el procedimiento de polimerización por calor que cumple los requisitos anteriormente mencionados, se prefiere mantener la relación del número de moles de 1,5-pentametilendiamina y el número de moles de ácido adípico que existe en la disolución acuosa de material de partida en la etapa de preparación del material de partida en un intervalo de 0,95 a 1,05, y para ajustar condiciones tales como temperaturas internas, presiones internas y periodos de tiempo de tratamiento en la etapa de control de la presión, etapa de liberación de presión y etapa de reducción de la presión, ya que puede producirse una resina de poliamida 56 en la que los grupos terminales amino y grupos terminales carboxilo anteriormente mencionados existen en buen equilibrio. Además, si se usan juntos uno cualquiera de los compuestos de amina, compuestos de ácido carboxílico, etc., enumerados antes y respectivamente copolimerizables con la poliamida 56, la reacción de polimerización puede controlarse para ajustar los grupos terminales.

40 **[0096]** Además, como se prefiere promover la reacción de polimerización para inhibir la volatilización de 1,5-pentametilendiamina, se prefiere añadir un promotor de la polimerización en cualquier etapa del procedimiento para producir la resina de poliamida 56. Como promotor de la polimerización se prefiere un compuesto basado en fósforo que tiene un alto efecto de promoción y que actúa de estabilizador resistente al calor, y puede usarse adecuadamente ácido fenilfosfónico.

50 **[0097]** Para etapas distintas de las etapas anteriormente mencionadas en el procedimiento de polimerización pueden emplearse procedimientos públicamente conocidos de, por ejemplo, los documentos JP 2003-292612 A y JP 2004-075932 A, y un procedimiento de producción preferido se explica más adelante más particularmente.

55 **[0098]** En la etapa de aumento de la presión se prefiere mantener el sistema de polimerización internamente cerrado, y calentar la disolución acuosa que contiene los materiales de partida para generar vapor de agua, elevar la presión a una presión deseada en la etapa de control de la presión descrita después. Se prefiere que el periodo de tiempo requerido para elevar la presión esté en un intervalo de 0,1 a 2 horas. Esto se prefiere por razones tales que la temperatura en el reactor de polimerización pueda potenciarse uniformemente y que pueda inhibirse la reacción de ciclado de 1,5-pentametilendiamina.

60 **[0099]** En la etapa de control de la presión se prefiere mantener el sistema de polimerización internamente en un cierto estado presurizado mientras que se calienta para producir un prepolímero. En este caso se prefiere mantener la presión (presión manométrica) en el reactor a 1 a 2 MPa para inhibir la volatilización de 1,5-pentametilendiamina y para permitir la fácil formación del prepolímero. La presión en el reactor puede ajustarse ajustando la apertura de la válvula conectada con el exterior. Se prefiere que la temperatura en el reactor sea 180 a 280°C, y un intervalo más preferido es 200 a 270°C.

- 5 **[0100]** En la etapa de liberación de presión se prefiere liberar la presión en el reactor de polimerización para volver a la presión normal y mantener la temperatura en el reactor de polimerización por encima del punto de fusión del prepolímero. Se prefiere ajustar el periodo de tiempo requerido para la liberación de presión en un intervalo de 0,1 a 3 horas, ya que es poco probable que se volatilice la 1,5-pentametildiamina que queda no reactiva. Un intervalo más preferido es 0,2 a 2 horas, y otro intervalo más preferido es 0,3 a 1 hora. Además, se prefiere elevar la temperatura en el reactor de polimerización por encima del punto de fusión del prepolímero, tomando el periodo de tiempo anteriormente mencionado. Particularmente se prefiere un intervalo de 220 a 270°C. Un intervalo más preferido es 230 a 260°C.
- 10 **[0101]** En la etapa de reducción de la presión se prefiere elevar la temperatura en el reactor de polimerización por encima del punto de fusión del polímero producido mediante calentamiento, ya que es probable que tenga lugar la policondensación. Por otra parte, se prefiere mantener la temperatura inferior a un nivel adecuado, ya que puede inhibirse la descomposición térmica del polímero. Un intervalo de temperatura más preferido en el reactor de polimerización es 240 a 300°C.
- 15 **[0102]** Además, se prefiere que la presión en el reactor de polimerización se mantenga baja por razones tales que el agua generada en la policondensación pueda eliminarse fuera del sistema para facilitar la progresión de la reacción y que la homogeneidad de la reacción pueda mantenerse bajo una presión reducida adecuada. Por tanto, se prefiere ajustar la presión (presión manométrica) en el reactor de polimerización en un intervalo de -5 a -50 kPa. El periodo de tiempo de la polimerización en la etapa de reducción de la presión puede seleccionarse en un intervalo en el que pueda obtenerse una resina de poliamida 56 con una viscosidad relativa deseada en ácido sulfúrico. Sin embargo, se prefiere un intervalo de 0,1 a 2 horas, ya que puede inhibirse la descomposición térmica en el reactor de polimerización.
- 20 **[0103]** En la etapa de descarga sólo se requiere inyectar un gas inerte tal como nitrógeno en el reactor de polimerización para elevar la presión (presión manométrica) en el reactor de polimerización a un intervalo de 0,1 a 2 MPa, para descargar el polímero. Se prefiere refrigerar el polímero descargado con agua, y cortarlo para lograr un tamaño de gránulo preferido para la polimerización en fase sólida como se describe después.
- 25 **[0104]** Un procedimiento de polimerización en fase sólida preferido se explica a continuación.
- 30 **[0105]** Una resina de poliamida 56 tiene una tasa de cristalización baja en comparación con la resina de poliamida 66 convencional, y si se calienta rápidamente a una alta temperatura, los gránulos se fusionan parcialmente entre sí, y en un caso grave, los gránulos pueden volverse grumosos, no permitiendo que tenga lugar la polimerización en fase sólida homogénea según lo requiera el caso. Por tanto, se prefiere secar en primer lugar y cristalizar preliminarmente los gránulos de resina de poliamida 56 obtenida por un procedimiento de polimerización por calor a una temperatura interna de 80 a 120°C a presión reducida o flujo de nitrógeno mientras que se agitan los gránulos, durando 1 a 10 horas.
- 35 **[0106]** Posteriormente se prefiere realizar la polimerización en fase sólida a una temperatura interna de 130 a 200°C a presión reducida durante 1 a 48 horas mientras que se agitan los gránulos, produciendo una resina de poliamida 56 con una viscosidad relativa deseada en ácido sulfúrico. En este caso, se prefiere reducir la presión en el reactor a 399 Pa o inferior con el fin de que la polimerización en fase sólida pueda tener lugar uniformemente en las capas externas e internas de los gránulos. Es más preferido reducir la presión a 133 Pa o inferior. Se prefiere potenciar gradualmente escalonadamente la temperatura en el reactor mientras que se realiza la polimerización en fase sólida, y se prefiere que la tasa de calentamiento después de alcanzar una temperatura interna de 130°C sea 1 a 20°C/h, y un intervalo más preferido es 2 a 10°C/h. Además, si la mayor temperatura interna alcanzada es inferior, puede inhibirse la descomposición térmica en el procedimiento de polimerización en fase sólida y, como resultado, pueden producirse filamentos de poliamida 56 de estrecha distribución de peso molecular. Por tanto, es más preferido que la temperatura interna en la polimerización en fase sólida sea 195°C o inferior. Adicionalmente más preferido es 190°C o inferior, y especialmente se prefiere 185°C o inferior.
- 40 **[0107]** La forma de los gránulos de la resina de poliamida 56 proporcionada para la polimerización en fase sólida puede seleccionarse de forma cuadrada, forma redonda, etc., pero se prefiere que el tamaño de gránulo (mg/gránulo) sea más pequeño, ya que es poco probable que se produzca irregularidad en el grado de polimerización entre las capas internas y externas de cada gránulo en la polimerización en fase sólida. Por otra parte, se prefiere que el tamaño de gránulo sea adecuado, ya que es poco probable que se produzca la fusión entre gránulos, aunque se expongan a una alta temperatura. Por tanto, se prefiere que el tamaño de gránulo sea 2 a 70 mg/gránulo. Es más preferido que el límite más bajo sea 5 mg/gránulo o superior. Adicionalmente más preferido es 8 mg/gránulo o superior, y especialmente se prefiere 10 mg/gránulo o superior. Es más preferido que el límite superior sea 50 mg/gránulo o inferior, y adicionalmente más preferido es 30 mg/gránulo o inferior. Además, se prefiere que el tamaño de gránulos sea igual, ya que la reacción de polimerización en fase sólida tiene lugar uniformemente entre los gránulos. Se prefiere que el % de CV de los tamaños de gránulo sea del 20% o menos, y un intervalo más preferido es del 0 al 10%.
- 55 **[0107]**
- 60

5 [0108] Además, cuando los filamentos de la presente invención se producen, los gránulos de resina de poliamida 56 obtenidos después de la polimerización en fase sólida se usan, y se prefiere que el tamaño de los gránulos de resina de poliamida 56 obtenidos después de polimerización en fase sólida sea 2 a 70 mg/gránulo. Si el tamaño de gránulo está en este intervalo puede lograrse la viscosidad relativa anteriormente mencionada en ácido sulfúrico de 3 a 8 y el grado de dispersión (Mw/Mn) de 1,5 a 3 como indicador de la distribución de peso molecular. Se prefiere que el tamaño de gránulo (mg/gránulo) de la resina de poliamida 56 sea más pequeño, ya que es poco probable que se produzca cualquier irregularidad en el grado de polimerización entre las capas internas y externas de cada gránulo en la polimerización en fase sólida y, por otra parte, se prefiere que el tamaño no sea inferior a un cierto nivel, ya que es poco probable que se produzca la fusión entre gránulos aunque se expongan a una alta temperatura, para potenciar la comodidad de manipulación de los gránulos. Es más preferido que el límite más bajo sea 5 mg/gránulo o superior. Adicionalmente más preferido es 8 mg/gránulo o superior, y especialmente se prefiere 10 mg/gránulo o superior. Es más preferido que el límite superior sea 50 mg/gránulo o inferior, y adicionalmente más preferido es 30 mg/gránulo o inferior.

15 [0109] El procedimiento de formación de hilos de la presente invención se explica a continuación.

20 [0110] Los filamentos de poliamida 56 de la presente invención pueden producirse usando la resina de poliamida 56 producida por el procedimiento de polimerización por calor y el procedimiento de polimerización en fase sólida como se ha descrito anteriormente, para formar fibras hiladas con una velocidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 y una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3, solidificando las fibras hiladas por aire de refrigeración, aplicando un aceite libre de agua, absorbiendo a 300 a 2000 m/min, estirando a una relación de estiramiento para garantizar que la tasa de alargamiento de los filamentos obtenidos pueda llegar al 10 al 50%, tratando con calor a una temperatura del rodillo de tratamiento por calor final de 210 a 250°C, relajando a una relación de relajamiento de 0,8 a 0,95, y bobinando.

30 [0111] En este caso, antes que nada, es esencial inhibir la descomposición térmica en el procedimiento de fundido e hilado de la resina de poliamida 56, para hilar filamentos de poliamida 56 con una relación de Mw/Mn de 3 o inferior. Para este fin, se prefiere calentar y secar la resina de poliamida 56 para alcanzar un contenido de agua de 1000 ppm o menos, antes de proporcionar la resina para hilado del fundido. Mientras tanto, si una poliamida 66 común tiene un contenido de agua demasiado bajo, se induce la gelificación durante el almacenamiento fundido y tiende a producirse la rotura del hilo. Sin embargo, es poco probable que una poliamida 56 produzca gelificación, y para inhibir el deterioro térmico durante el almacenamiento fundido se prefiere un contenido de agua inferior. Un contenido de agua de 600 ppm o menos es más preferido, y otro intervalo más preferido es 10 a 400 ppm. La razón por la cual es poco probable que la poliamida 56 produzca la gelificación durante el almacenamiento fundido es que la poliamida 66 no es clara, pero se considera que la razón es que el número de átomos de carbono de cadenas de metileno unidas a grupos terminales amino es pequeño. Es decir, se estima que como los grupos terminales amino están unidos a cadenas de metileno cada una con 6 átomos de carbono en la poliamida 66, es probable que las cadenas moleculares próximas a los extremos amino se ciclen y que si se produce descomposición térmica, los productos de ciclación se liberen para inducir la gelificación, pero que en el caso de la resina de poliamida 56, como el número de carbonos de una cadena de metileno es 5, es poco probable que se produzca el ciclado debido al impedimento estérico, causando poca gelificación.

45 [0112] Además, se prefiere que la temperatura de hilado en el hilado del fundido sea 260 a 310°C. Se prefiere fijar la temperatura de hilado a 310°C o inferior, ya que puede inhibirse la descomposición térmica de la poliamida 56. Más preferido es 300°C o inferior, y adicionalmente más preferido es 295°C o inferior. Por otra parte, se prefiere que la temperatura de hilado sea 260°C o mayor, ya que la poliamida 56 muestra suficiente fluidez del fundido, para uniformar las cantidades descargadas de orificios de descarga respectivos, para permitir el estiramiento a una alta relación. Más preferido es 270°C o mayor, y adicionalmente más preferido es 275°C o mayor.

50 [0113] Además, como la poliamida 56 tiene menor resistencia al calor que la poliamida 66, se prefiere que el periodo de tiempo de residencia en el procedimiento de hilado del fundido (el periodo desde el momento en el que la resina de poliamida 56 está fundida hasta el momento en el que es descargada de la hilera) sea más corto con el fin de inhibir la disminución del peso molecular y el aumento de Mw/Mn respectivamente producido por descomposición térmica. Se prefiere que el periodo de tiempo de residencia sea 30 minutos o más corto. Un periodo de tiempo más preferido es 15 minutos o más corto, y otro intervalo de periodo de tiempo más preferido es 0,5 a 7 minutos.

60 [0114] Además, en el procedimiento de hilado del fundido se prefiere que una prensa extrusora de un solo husillo y/o una de doble husillo se proporcione en la porción de fundido. Se prefiere que la prensa extrusora anteriormente mencionada se proporcione por la razón de que como la resina de poliamida 56 puede introducirse en la tubería, bomba de engranajes y caja de hilado de polímero mientras que se aplica una presión adecuada a la resina de poliamida 56, la descomposición térmica de la poliamida 56 puede inhibirse sin permitir que la poliamida 56 resida anormalmente en aquellos pasajes.

[0115] Además, se prefiere filtrar la resina de poliamida 56 usando un filtro de tela SUS no tejida, filtro de arena o similares antes de descargarla de la hilera, ya que puede estabilizarse la operación de hilado.

5 **[0116]** La forma de los orificios de la hilera puede seleccionarse en respuesta a la forma de la sección de las monofibras que constituyen los filamentos que van a producirse. Sin embargo, si se pretende descargar uniformemente el polímero como las monofibras con una forma de la sección redonda en un modo preferido de la presente invención, se prefiere seleccionar el diámetro de los orificios en un intervalo de 0,1 a 0,4 mm y la longitud de los orificios en un intervalo de 0,1 a 5 mm. Además, también pueden usarse múltiples hileras en un modo tal que la primera hilera se use para potenciar la capacidad de dosificación de polímero.

10 **[0117]** Después de hilarse las fibras con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 y una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3 como se ha descrito anteriormente, las fibras hiladas se solidifican por aire de refrigeración, se reciben, se estiran y se tratan por calor para obtener los filamentos de la presente invención. En este caso se prefiere inhibir la absorción de humedad de los filamentos de poliamida 56 en el procedimiento de formación de hilo. La razón es que como la poliamida 56 comprende principalmente unidades de pentametilenadipamida altamente hidrófilas, es probable que las fibras absorban humedad, es probable que los hilos sin estirar que van a estirarse lleven mucha agua, y que si las fibras contienen agua, haya una tendencia a que disminuyan las fuerzas de interacción entre las cadenas moleculares de la poliamida 56 y se dispersen, es difícil orientar uniformemente las cadenas moleculares en el procedimiento de hilado y estirado. Para inhibir la absorción de humedad de los filamentos se prefiere realizar continuamente el hilado del fundido, estiramiento y tratamiento por calor.

15 **[0118]** Además, las fibras hiladas pueden enfriarse generalmente por un procedimiento de solidificación usando agua de refrigeración o un procedimiento de solidificación usando aire de refrigeración, pero en vista de la inhibición de la absorción de humedad, se prefiere la solidificación usando aire de refrigeración. Como aire de refrigeración es más preferido usar aire con una temperatura de 15 a 25°C y una humedad relativa del 20 al 70% a una velocidad de 0,3 a 1 m/segundo para la refrigeración. Similarmente, como temperatura interior y ambiente de humedad para realizar el hilado del fundido y estirado se prefieren una temperatura de 20 a 30°C y una humedad relativa tan baja como sea posible en un intervalo del 20 al 65%. Además, en este caso, se prefiere que la temperatura esté controlada dentro de $\pm 3^\circ\text{C}$ y que la humedad esté controlada dentro de $\pm 5\%$. El dispositivo para generar aire de refrigeración puede ser tanto de tipo in flujo como de tipo anular, pero en vista de la refrigeración uniforme entre monofibras se prefiere el tipo anular.

25 **[0119]** Se prefiere que el punto de inicio de la refrigeración esté tan alejado de la cara de la hilera como sea posible hacia abajo en la dirección vertical, ya que puede potenciarse la resistencia de filamentos. Por otra parte, si el punto está demasiado alejado, la refrigeración de filamentos es insuficiente, y los filamentos pueden volverse irregulares según lo requiera el caso. Por tanto, se prefiere que el punto de inicio de la refrigeración sea 0,05 a 0,5 m de la cara de la hilera. Un intervalo más preferido es 0,1 a 0,4 m, y otro intervalo más preferido es 0,12 a 0,3 m.

30 **[0120]** En este caso, se prefiere instalar un cilindro de calentamiento entre la cara de la hilera y el punto de inicio de la refrigeración, recalentar las fibras hiladas y posteriormente refrigerar por aire de refrigeración. Se prefiere recalentar por el cilindro de calentamiento, ya que el adelgazamiento en un intervalo de alta temperatura se induce para producir orientación más uniforme. Se prefiere que la temperatura del cilindro de calentamiento sea +20 a 100°C por razones tales que las fibras hiladas puedan recalentarse eficientemente y que la descomposición térmica de las fibras hiladas también pueda inhibirse.

35 **[0121]** Además, si la abrasión por el rodillo de recepción, guías, etc., es grande, los filamentos obtenidos tienden a disminuir en resistencia y tienden a tener pelusa. Por tanto, se prefiere depositar un aceite de hilado antes de recoger las fibras hiladas. Además, para inhibir la absorción de humedad de la poliamida 56 se prefiere usar un aceite libre de agua. El aceite libre de agua puede obtenerse diluyendo el ingrediente activo de aceite tal como agente de alisamiento, agente antiestático o emulsión con un aceite mineral con 12 a 20 átomos de carbono, y puede usarse un aceite libre de agua convencional públicamente conocido. Se prefiere que la cantidad depositada sea de forma que la cantidad del ingrediente activo del aceite sea del 0,1 al 2% en peso basado en el peso de los hilos plegados obtenidos.

40 **[0122]** Las fibras hiladas con un aceite libre de agua depositadas se recogen como hilos sin estirar. Se prefiere que la velocidad de recepción en este caso sea 300 a 2000 m/min. Se prefiere que la velocidad de recepción sea 300 m/min o mayor, ya que la tensión de hilado puede potenciarse adecuadamente para reducir el balanceo de fibras hiladas. Por otra parte, se prefiere que la velocidad de recepción se mantenga en un intervalo adecuado, ya que puede realizarse el estiramiento a una alta relación para proporcionar filamentos con una alta resistencia. Un intervalo de velocidad de recepción más preferido es 500 a 1500 m/min, y otro intervalo más preferido es 700 a 1200 m/min.

45 **[0123]** Se prefiere estirar los hilos sin estirar en sucesión para garantizar que los filamentos obtenidos puedan tener una tasa de alargamiento del 10 al 50%. Es más preferido que el límite más bajo sea del 12% o superior.

Adicionalmente más preferido es del 15% o superior y especialmente se prefiere el 18% o superior. Es más preferido que el límite superior sea del 40% o inferior. Adicionalmente más preferido es del 30% o inferior, y especialmente se prefiere del 25% o inferior. Lo más preferido es del 23% o inferior.

5 **[0124]** La relación de estiramiento (=velocidad de bobinado / velocidad de recepción) puede seleccionarse en un intervalo de 2 a 7 veces para lograr la tasa de alargamiento anteriormente mencionada. Al principio, los filamentos se producen a una relación de estiramiento específica, y se mide la tasa de alargamiento de los filamentos obtenidos. Entonces se hace un cálculo al revés a partir de la tasa de alargamiento para reajustar la relación de estiramiento. Este procedimiento se repite para decidir la relación de estiramiento para obtener los filamentos con la tasa de alargamiento anteriormente mencionada.

10 **[0125]** En cuanto a la fuente de calor en el procedimiento de estirado, es importante inhibir la absorción de humedad de filamentos. Por tanto, se prefiere usar fuentes de calor seco para el estiramiento y el tratamiento por calor tales como rodillos calentados, placas calientes, horno de calentamiento seco o láser. Es más preferido usar rodillos calentados, ya que puede lograrse excelente eficiencia de calentamiento. Las fuentes de calor húmedo tales como agua caliente y vapor permiten que los filamentos de poliamida 56 absorban humedad en el procedimiento de estirado, y las interacciones intermoleculares se vuelven débiles en una tendencia a dificultar la orientación uniforme.

15 **[0126]** Se prefiere estirar en dos o más etapas por razones tales que mientras que las interacciones intermoleculares son potenciadas, mayor orientación puede lograrse, y que las cadenas moleculares pueden orientarse uniformemente para formar fases cristalinas densas orientadas. Son más preferidas tres o más etapas, y cuatro o más etapas son adicionalmente más preferidas. Cinco etapas o más son especialmente preferidas.

20 **[0127]** Para orientar uniformemente las cadenas moleculares de filamentos de poliamida 56 altamente higroscópicos en el procedimiento de estirado se prefiere que la temperatura de estiramiento sea 100 a 245°C y que la relación de estiramiento sea 1,3 veces o mayor. En el caso en el que el estiramiento se realice en múltiples etapas, la relación de estiramiento en un intervalo de temperatura baja inferior a 100°C (estiramiento de la primera etapa) se fija a un bajo nivel, y la relación de estiramiento en un intervalo de temperatura alta de 100°C o mayor (estiramiento de la segunda etapa y etapas posteriores) se fija a un alto nivel. En el caso en el que la velocidad de recepción sea alta, como el balanceo del hilo sobre los rodillos puede inhibirse debido al efecto de unidades cristalinas formadas en los hilos sin estirar, la temperatura de estiramiento del primer rodillo (estiramiento de la primera etapa) también puede fijarse a 100°C o mayor. Se prefiere que el estiramiento se realice después de que las fibras hayan sido calentadas a una temperatura de 100°C o mayor por las razones de que como el estiramiento se realiza después de que las fibras se hayan calentado por encima del punto de ebullición de agua, el agua absorbida como humedad en las fibras hasta entonces es eliminada fuera del sistema para potenciar interacciones intermoleculares y, por consiguiente, que las tensiones de estiramiento sean uniformemente transmitidas a las cadenas amorfas, para potenciar la uniformidad de orientación. Por otra parte, se prefiere que la temperatura de estiramiento se mantenga a 245°C o inferior por razones tales que la movilidad de cadenas amorfas se mantenga en un intervalo adecuado y que las cadenas amorfas estén altamente orientadas sin relajarse en orientación. Un intervalo de temperatura de estiramiento más preferido es 120 a 235°C, y otro intervalo más preferido es 140 a 225°C. Para fibras de poliamida 66 convencionales ha sido un procedimiento preferido fijar la relación de estiramiento a un bajo nivel en un intervalo de temperatura de estiramiento alto de 100°C o mayor (estiramiento de la segunda etapa y etapas posteriores) y estirar a una relación tan alta como sea posible en un intervalo de temperatura baja inferior a 100°C (estiramiento de la primera etapa), con el fin de que puedan obtenerse fibras con alta resistencia y buen aspecto superficial con una buena capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento. Esto es atribuible a la alta cristalinidad de la poliamida 66, y la razón es que se forman esferulitas en los filamentos sobre los rodillos calentados con una temperatura de estiramiento de 100°C o mayor, para reducir la capacidad de estiramiento. Por otra parte, en el caso de filamentos de poliamida 56, debido a la baja cristalinidad de los mismos, es poco probable que se formen esferulitas, incluso sobre los rodillos calentados con una temperatura de estiramiento de 100°C o mayor. Por tanto, como se da prioridad a la eliminación de efectos adversos debido a la alta capacidad de absorción de humedad, se prefiere fijar la relación de estiramiento a un bajo nivel en un bajo intervalo de temperatura inferior a 100°C (estiramiento de la primera etapa) y fijar la relación de estiramiento a un alto nivel en un intervalo de alta temperatura de 100°C o mayor (estiramiento de la segunda etapa y etapas posteriores). Se prefiere que la relación de estiramiento en un intervalo de temperatura de estiramiento de 100 a 245°C sea tan alta como sea posible, y adicionalmente es más preferido que la relación de estiramiento en el intervalo de temperatura de estiramiento anteriormente mencionado sea 1,5 veces o mayor. Otra relación más preferida es 1,7 veces o mayor y una relación especialmente preferida es 2 veces o mayor. La relación más preferida es 2,3 veces o mayor.

50 **[0128]** En este caso, la temperatura de estiramiento se define como sigue. Por ejemplo, en el caso en el que se usen rodillos calentados como fuentes de calor y en los que el estiramiento se realiza entre dos rodillos calentados, la temperatura de estiramiento se define como la temperatura del rodillo sobre el lado aguas arriba. En el caso en el que una placa caliente esté dispuesta entre los rodillos para realizar el estiramiento, la temperatura de estiramiento se define como la temperatura del rodillo caliente. En el caso en el que un horno de calentamiento esté

dispuesto entre los rodillos para realizar el estiramiento, la temperatura de estiramiento se define como la temperatura del horno de calentamiento. Además, en el caso en el que se use un láser de gas de ácido carbónico o similares como fuente de calentamiento para realizar el estiramiento, la temperatura de la fibra medida por un termómetro tal como un termómetro de radiación infrarroja se define como la temperatura de estiramiento.

5
[0129] Por ejemplo, en el caso en el que se usen rodillos no calentados y rodillos calentados y en el que el estiramiento de múltiples etapas se realice entre múltiples rodillos, la relación de estiramiento en un intervalo de temperatura de estiramiento de 100 a 245°C puede calcularse, por ejemplo, del siguiente modo. En el caso en el que se realice el estiramiento de 5 etapas sometiendo a un primer rodillo a un sexto rodillo antes del bobinado final, se
 10 asume que el primer rodillo se fije a una temperatura de 25°C, el segundo rodillo a 60°C, el tercer rodillo a 145°C, el cuarto rodillo a 210°C, el quinto rodillo a 230°C y el sexto rodillo a 25°C, que el estiramiento se realice con relación de estiramiento r_1 fijada por la relación de velocidad entre el primer rodillo y el segundo rodillo, con relación de estiramiento r_2 fijada por la relación de velocidad entre el segundo rodillo y el tercer rodillo, con relación de estiramiento r_3 fijada por la relación de velocidad entre el tercer rodillo y el cuarto rodillo, y con relación de estiramiento r_4 fijada por la relación de velocidad entre el cuarto rodillo y el quinto rodillo, y que el tratamiento de relajación se realice con relación de relajación r_5 fijada por la relación de velocidad entre el quinto rodillo y el sexto rodillo. En este caso, la relación de estiramiento en un intervalo de temperatura de estiramiento de 100 a 245°C se obtiene como un valor combinado de las relaciones de estiramiento aplicadas entre el tercer rodillo y el quinto rodillo. Se rechaza la relación de menos de 1 como relación de relajación r_5 aplicada como tratamiento de relajación entre el
 15 quinto rodillo y el sexto rodillo. Es decir, en el caso anteriormente mencionado, la relación de estiramiento en un intervalo de temperatura de estiramiento de 100 a 245°C es $r_3 \times r_4$.

[0130] Además, si se realiza el estiramiento de múltiples etapas con la temperatura de estiramiento elevada escalonadamente en un intervalo inferior a 245°C, el estiramiento puede realizarse mientras que las cadenas amorfas orientadas son parcialmente orientadas y cristalizadas y, por tanto, cadenas moleculares son sacadas de las fases cristalinas, para formar muchas de las moléculas de interconexión que conectan las fases cristalinas entre sí. Por tanto, pueden obtenerse filamentos con alta resistencia y baja tasa de encogimiento alcanzada por tratamiento con agua hirviendo.

25
[0131] Es especialmente muy importante que la mayor temperatura de tratamiento por calor sea 210 a 250°C, y se prefiere que las moléculas de poliamida 56 altamente orientadas por el procedimiento de hilado y estirado del fundido anteriormente mencionado se fijen por calor a una temperatura de 210°C o mayor, ya que fases amorfas orientadas cristalizan eficientemente, para formar muchas fases cristalinas altamente densas en estados de cadena extremadamente extendidos, para asegurar filamentos con alta resistencia y baja tasa de encogimiento alcanzada por tratamiento con agua hirviendo. Sin embargo, en el caso de filamentos de poliamida 56 con una relación de Mw/Mn superior a 3, es probable que la orientación molecular de los hilos estirados que van a someterse a un tratamiento por calor sea irregular, y si la mayor temperatura de tratamiento por calor es 210°C o mayor, el balanceo de hilos y el fraccionamiento de fibras se producen fuertemente, dificultando el muestreo continuo. Además, en el caso de filamentos de poliamida 56 con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico inferior a 3, como la fuerza de interacción que actúa sobre cada molécula es insuficiente, si la mayor temperatura de tratamiento por calor es 210°C o mayor, los estados altamente orientados de cadenas amorfas no pueden mantenerse y se relajan en una tendencia que reduce la resistencia. Por tanto, sólo en el caso en el que los filamentos de poliamida 56 tengan 3 o mayor viscosidad relativa en ácido sulfúrico y 3 o menor Mw/Mn puede realizarse el estiramiento estable a la mayor temperatura de tratamiento por calor de 210°C o mayor, y pueden producirse los filamentos de poliamida 56 con excelentes propiedades mecánicas previstas en la presente invención.

35
[0132] Por otra parte, si el mayor tratamiento por calor es superior a 250°C, las fibras se fusionan a los rodillos para producir rotura del hilo, reduciendo así la capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento según lo requiera el caso, o perturbando los estados orientados de cadenas amorfas, reduciendo así la resistencia de los filamentos según lo requiera el caso, aunque puede promoverse la cristalización.

40
[0133] En vista de lo anterior, es más preferido que la mayor temperatura de tratamiento por calor sea 215 a 245°C, y otro intervalo más preferido es 220 a 240°C.

45
[0134] En este caso, la mayor temperatura de tratamiento por calor se refiere a la temperatura del tratamiento por calor aplicada a la mayor temperatura entre los tratamientos por calor aplicados en la etapa antes de bobinar los hilos estirados. Por ejemplo, en el caso anteriormente mencionado de estiramiento usando el primero a sexto rodillo, la temperatura del tratamiento por calor aplicada por el quinto rodillo se corresponde con la mayor temperatura del tratamiento por calor. Además, como se prefiere potenciar escalonadamente la temperatura de estiramiento, se prefiere aplicar dicho mayor tratamiento por calor por el rodillo calentado final (el quinto rodillo en el caso anteriormente mencionado).

50
[0135] Después de realizar el estiramiento como se ha descrito anteriormente, se prefiere aplicar el tratamiento de relajación en sucesión usando la relación de velocidad entre el rodillo calentado final y el rodillo final.

El tratamiento de relajación se refiere a un caso en el que la relación definida como la relación de la velocidad del rodillo final/velocidad del rodillo calentado final es menos de 1. Se prefiere que la relación de relajamiento sea 0,8 a 0,95 veces. Se prefiere que la relación de relajamiento sea 9,95 veces o inferior por razones tales que los esfuerzos irregulares aplicados a las cadenas amorfas en el procedimiento de estirado se promedien para estabilizar las cadenas amorfas y, por tanto, que disminuya la tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo. Más preferido es 0,93 veces o inferior, y adicionalmente más preferido es 0,91 veces o inferior. Se prefiere que la relación de relajamiento sea inferior, pero se prefiere que la relación de relajamiento sea 0,8 o mayor por razones tales que pueda presentarse tensión de fibras adecuada entre los rodillos y que se asegure una buena capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento. Más preferido es 0,83 o mayor, y adicionalmente más preferido es 0,86 o mayor.

[0136] Además, cuando los filamentos de poliamida 56 se bobinan por una devanadera después del tratamiento de relajación, se prefiere que la tensión de bobinando sea 0,05 a 0,15 cN/dtex. Se prefiere que la tensión de bobinando sea 0,15 cN/dtex o inferior, ya que puede evitarse un bobinado demasiado estrecho de los embalajes, y se prefiere que la tensión de bobinando sea 0,05 cN/dtex o mayor, ya que la forma del embalaje se vuelve buena. Un intervalo de tensión de bobinado más preferido es 0,07 a 0,13 cN/dtex, y otro intervalo más preferido es 0,09 a 0,11 cN/dtex.

[0137] Además, en cualquier etapa dada antes de bobinarse los filamentos también puede aplicarse tratamiento de enmarañamiento. La frecuencia y presión del tratamiento de enmarañamiento puede ajustarse en una manera tal que se mantenga el valor del FC de hilos plegados en un intervalo de 3 a 30.

[0138] El procedimiento de producción anteriormente mencionado permite la producción de filamentos de poliamida 56 de finura global y finura de monofibra pequeña, de alta resistencia y tasa de encogimiento adecuada por tratamiento con agua hirviendo. Además, como dichos filamentos tienen alta resistencia y bajo módulo elástico incluso después del tratamiento con agua hirviendo, son los más adecuados para telas de alta densidad de ligamento tales como telas de airbag.

[0139] El procedimiento para producir la tela de airbag de la presente invención se explica a continuación. Como procedimiento para producir la tela de airbag de la presente invención puede usarse cualquiera de los procedimientos de producción convencionales públicamente conocidos, y un procedimiento de producción más preferido se explica a continuación.

[0140] Como telar para urdir y tejer los filamentos de poliamida 56 de la presente invención puede usarse un telar de chorro de agua, telar de chorro de aire o telar de pinzas, etc., y se prefiere un telar de chorro de agua o telar de chorro de aire, ya que puede formarse una tela de alta densidad de ligamento con buena productividad. Como ligamento textil, como se ha descrito anteriormente, puede emplearse ligamento tafetán, ligamento de raso, gasa tafetán, ligamento liso, combinaciones de los mismos, etc. Entre ellos, el ligamento tafetán es el más preferido, y se prefiere ligamento hueco. Los recuentos de urdimbre y trama pueden seleccionarse para garantizar que el factor de cobertura de la tela de airbag obtenida pueda mantenerse en el intervalo anteriormente mencionado.

[0141] En el procedimiento de urdimbre y el procedimiento de tejido se prefieren mayor tensión de urdimbre y mayor tensión de trama, ya que puede obtenerse una tela de alta densidad de ligamento con una buena capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento. Por otra parte, se prefiere mantener la tensión de urdimbre en un intervalo adecuado, ya que no se permite que se produzca el problema de la deformación por alargamiento de filamentos y el problema de generación de pelusa que permite que se forme una tela de alta densidad de ligamento con buen aspecto superficial. Por tanto, se prefiere ajustar la tensión de urdimbre y la tensión de trama en un intervalo de 0,05 a 0,6 cN/dtex. Un intervalo más preferido es 0,1 a 0,5 cN/dtex.

[0142] Se prefiere encoger por calor la tela tejida producida como se ha descrito anteriormente por tratamiento con calor húmedo, ya que la tensión al 10% de alargamiento de los hilos componentes de la tela finalmente obtenida puede mantenerse a 2cN/dtex o inferior. El procedimiento de tratamiento con calor húmedo puede seleccionarse de agua caliente, agua caliente presurizada, vapor, etc. El tratamiento con calor húmedo puede realizarse en una etapa o dos o más etapas. Además, dar un agente de desengrasado convencional públicamente conocido para desengrasar simultáneamente con el tratamiento con calor húmedo también es un procedimiento preferido. Se prefiere aplicar tratamiento de tensión y/o tratamiento de relajación con la temperatura de tratamiento con calor húmedo mantenida en un intervalo de 60 a 150°C durante un periodo de tratamiento de 0,01 a 90 minutos. Si el tratamiento se realiza en estos intervalos, la tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo de la tela finalmente obtenida y la resistencia y la tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes de la tela puede controlarse en los intervalos preferidos de la presente invención. Si el tratamiento se realiza en un estado de relajación a una mayor temperatura de tratamiento durante un periodo de tiempo de tratamiento más largo dentro de los intervalos anteriormente mencionados, es probable que se obtenga una tela con una baja tasa de encogimiento después del tratamiento con agua hirviendo y formada de hilos componentes con baja resistencia y baja tensión al 10% de alargamiento. Por otra parte, si el tratamiento se realiza en un estado de tensión en condiciones de menor

temperatura de tratamiento y periodo de tiempo de tratamiento más corto, tiende a obtenerse una tela con una alta tasa de encogimiento después del tratamiento con agua hirviendo y formada de hilos componentes con alta resistencia y alta tensión al 10% de alargamiento.

5 **[0143]** El tratamiento con calor húmedo puede realizarse en sucesión después del procedimiento de tejido o en un procedimiento claramente separado después de completarse el procedimiento de tejido. Además, puede emplearse tanto un procedimiento de lotes como un procedimiento continuo, pero en vista de la excelente productividad se prefiere que el tratamiento con calor húmedo se realice continuamente mientras que la tela se suministra y se descarga de la zona de tratamiento con calor húmedo. En este caso se prefiere controlar los grados de encogimiento en las direcciones de urdimbre y de trama durante el tratamiento con calor húmedo, además del ajuste anteriormente mencionado de la temperatura de tratamiento y periodo de tratamiento. El grado de encogimiento en la dirección de urdimbre puede controlarse cambiando la tasa de suministro y la tasa de descarga de la tela tejida a y del tratamiento con calor húmedo, mientras que la distancia entre ambos bordes de la tela tejida en la dirección de urdimbre se fija durante el tratamiento con calor húmedo. Además, el grado de encogimiento en la dirección de trama puede controlarse ajustando las distancias de las porciones fijas de la tela tejida en ambos extremos a la anchura de ligamento identificada antes del tratamiento con calor húmedo.

10
15
20 **[0144]** Además, se prefiere fijar por calor la tela tejida en la etapa de fijación final. Se prefiere que la temperatura de fijación final sea 80 a 200°C. Un intervalo más preferido es 120 a 180°C, y el periodo de tiempo de fijación final puede seleccionarse, según sea apropiado, en un intervalo de 0,1 a 30 minutos. Además, se prefiere secar mientras que la tensión se mantiene en una manera tal que se mantengan las dimensiones alcanzadas en el momento del tratamiento con calor húmedo anteriormente mencionado.

25 **[0145]** Mientras tanto, después del tratamiento con calor húmedo, la tela tejida puede secarse, según se requiera, antes de la etapa de fijación final. Se prefiere que la temperatura de secado esté en un intervalo de 80 a 200°C. Un intervalo más preferido es 100 a 170°C. Además, se prefiere que el periodo de tiempo de tratamiento se seleccione, según sea apropiado, en un intervalo de 0,1 a 30 minutos. El secado de la tela tejida puede realizarse en un estado relajado o en un estado tensionado.

30 **[0146]** Para obtener una tela con inferior permeabilidad al aire, la tela tejida obtenida también puede procesarse por una calandra. Se prefiere que el calandrado se realice a una temperatura de 180 a 220°C y una presión de 3000 a 10000 N/cm y a una velocidad de 4 a 50 m/min. La tela tejida también puede calandrarse sobre una cara sólo o sobre ambas caras para controlar la permeabilidad al aire.

35 **[0147]** Según el procedimiento de producción anteriormente mencionado, una tela de airbag no recubierta puede obtenerse como una realización de la presente invención.

40 **[0148]** La producción de una tela de airbag recubierta como otra realización se explica a continuación. En el caso de una tela recubierta, una tela no recubierta está recubierta con un elastómero y fijada por calor para preparar una tela de airbag recubierta. Como procedimiento de recubrimiento de una tela tejida sobre la superficie con un elastómero puede emplearse, por ejemplo, un procedimiento de inmersión de la tela tejida en un recipiente de disolución de resina y posteriormente quitar la resina adicional usando un rodillo, cuchilla a vacío o de recubrimiento, etc., para hacer uniforme, o un procedimiento de pulverización de una resina usando un dispositivo de pulverización o dispositivo de espumación. Entre estos procedimientos se prefiere un procedimiento de recubrimiento con cuchilla usando una cuchilla de recubrimiento en vista de recubrir uniformemente una pequeña cantidad de una resina.

45
50 **[0149]** Además, se prefiere que el elastómero usado para recubrimiento tenga excelente ignifugidad, resistencia al calor, impermeabilidad al aire, etc. Por ejemplo, son adecuadas resina de silicona, resina de cloropreno, resina de poliuretano, resina de poliamida, etc., y se prefiere una resina de silicona, ya que puede realizar fácilmente el recubrimiento uniforme con menos cantidad de recubrimiento.

55 **[0150]** Mientras tanto, puede cambiarse el orden de las etapas de procesamiento de mayor orden anteriormente mencionadas, según sea apropiado, a un grado tal que los efectos de la presente invención no se alteren.

60 **[0151]** Como se ha descrito anteriormente, según el procedimiento para producir una tela de airbag de la presente invención puede obtenerse una tela de airbag de la presente invención, es decir, una tela de airbag no recubierta o una tela de airbag recubierta. Cualquiera de estas telas puede usarse para constituir un dispositivo de airbag según un procedimiento convencional públicamente conocido.

[Ejemplos]

[0152] La presente invención se explica más adelante en detalle en referencia a ejemplos. Mientras tanto, los siguientes procedimientos de medición se usaron en los siguientes ejemplos.

A. Viscosidad relativa en ácido sulfúrico

5 **[0153]** Se disolvieron cero con veinticinco gramos de una muestra (resina, filamento o hilo componente) en 100 ml de ácido sulfúrico del 98% en peso, para preparar 1 g, y se usó un viscosímetro Ostwald para medir el tiempo de flujo (T1) a 25°C. En sucesión sólo se midió el tiempo de flujo (T2) del ácido sulfúrico del 98% en peso. La relación de T1 a T2, es decir, T1/T2, es la viscosidad relativa en ácido sulfúrico.

B. Mw/Mn

10 **[0154]** Una muestra (resina, filamento o hilo componente) se lavó con agua caliente a 90°C durante 30 minutos, y se secó a vacío a 90°C, para lograr un contenido de agua de 1000 ppm. La muestra se disolvió en hexafluoroisopropanol para obtener una disolución de prueba. Se midió por cromatografía de exclusión molecular (GPC) para obtener el peso molecular promedio en peso en términos de PMMA (Mw) y el peso molecular promedio en número (Mn), para finalmente obtener Mw/Mn. Las condiciones de medición fueron del siguiente modo.

- Instrumento de GPC: Waters 510
- Columnas: Se conectaron dos columnas Shodex GPC HFIP-806M.
- Disolvente: Hexafluoroisopropanol
- 20 • Temperatura: 30°C
- Velocidad de flujo: 0,5 ml/min
- Concentración de muestra: 2 mg/4 ml
- Filtración: 0,45 µm-DISMIC 13HP (Toyo Roshi)
- Cantidad inyectada: 100 µl
- 25 • Detector: Refractómetro diferencial RI (Waters 410)
- Patrón: PMMA (concentración: muestra 0,25 mg/disolvente 1 ml)
- Tiempo de medición: 62 minutos

C. Concentración de grupos terminales amino

30 **[0155]** Un gramo de una muestra (resina, filamento o hilo componente) se disolvió en 50 ml de disolución mixta de fenol/etanol (fenol/etanol = 80/20) con agitación a 30°C, y la disolución se neutralizó y se valoró con ácido clorhídrico 0,02 N. Se identificó la cantidad de ácido clorhídrico 0,02 N usada. Además, sólo se neutralizó el disolvente mixto de fenol/etanol anteriormente mencionado (la misma cantidad que antes) y se valoró con ácido clorhídrico 0,02 N, y se identificó la cantidad de ácido clorhídrico 0,02 N usada. A partir de la diferencia entre las cantidades se obtuvo la cantidad de grupos terminales amino por 1 ton de muestra.

D. Concentración de grupos terminales carboxilo

40 **[0156]** Se disolvieron cero con cinco gramos de una muestra (resina, filamento o hilo componente) en 20 ml de alcohol bencílico a 196±1°C, y la disolución se neutralizó y se valoró por disolución etanólica de hidróxido potásico 0,02 N. Se identificó la cantidad de disolución etanólica de hidróxido potásico 0,02 N usada. Además, sólo 20 ml del alcohol bencílico anteriormente mencionado se neutralizaron y se valoraron con disolución etanólica de hidróxido potásico 0,02 N, y se identificó la cantidad de disolución etanólica de hidróxido potásico 0,02 N usada. A partir de la diferencia entre las cantidades se obtuvo la cantidad de grupos terminales carboxilo por 1 ton de muestra.

E. Punto de fusión y cantidad de calor de fusión

50 **[0157]** En la curva de calorimetría diferencial de barrido obtenida midiendo 10 mg de una muestra (resina, filamento o hilo componente) usando un calorímetro diferencial de barrido DSC-7 producido por Perkin Elmer a una tasa de calentamiento de 16°C/min, el pico que muestra un valor extremo sobre la cara endotérmica se decidió como el pico de fusión, y la temperatura que da el valor extremo se identificó como el punto de fusión (°C). Mientras tanto, en el caso en el que hubiera múltiples valores extremos, el valor extremo sobre la cara de mayor temperatura se identificó como el punto de fusión. La capacidad térmica se obtuvo por integración del área del pico de fusión (en el caso en el que hubiera múltiples picos de fusión, las capacidades térmicas se añadieron), para identificarse como la cantidad de calor de fusión.

F. Contenido de agua

60 **[0158]** Se usó el medidor de contenido de agua de valoración culométrica de Karl Fischer (dispositivo de determinación de agua al nivel traza AQ-2000 y evaporador de agua EV-200, respectivamente, producidos por Hiranuma Sangyo Co., Ltd.) para la medición a una temperatura de evaporación de agua de 180°C en una corriente de gas de nitrógeno seco.

G. Tamaño de gránulos y % de CV de los tamaños de gránulo

5 **[0159]** Se seleccionaron treinta gránulos al azar, y el peso de cada gránulo (mg/gránulo) se midió como x_i ($i = 1$ a 30). A partir de la siguiente fórmula se obtuvieron el tamaño de gránulo (x_{prom} en mg/gránulo) y el % de CV de los tamaños de gránulo.

$$X_{prom} = \frac{1}{30} \times \sum_1^{30} x_i$$

10 X_{prom} : Tamaño de gránulo (mg/gránulo)

$$\% \text{ de CV de tamaños de gránulo} = \frac{100}{X_{prom}} \times \sqrt{\frac{\sum_1^{30} (x_i - x_{prom})^2}{29}}$$

15 X_{prom} : Tamaño de gránulo (mg/gránulo)
 x_i : Cada valor medido (mg/gránulo)
 H. Finura de fibra global y finura de monofibra

20 **[0160]** Si la muestra fue filamentos se tomó una madeja con un longitud global de 10 m usando una bobina de dimensionamiento de 1 m por circunferencia, y el peso de dicha madeja se midió y se multiplicó por 1000, para obtener la finura global. La finura global se dividió entre el número de filamentos para obtener una finura de monofibra.

25 **[0161]** Si la muestra fue un hilo componente tomado de una estructura de fibra, los extremos del hilo componente se ataron juntos para preparar una madeja en bucle con una longitud circunferencial de 60 cm de tal modo que el nudo no pudiera soltarse. Además, en una atmósfera con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55%, dicha madeja se dejó reposar sin ninguna carga durante 24 horas, para acondicionarse. Entonces, se suspendió de un gancho con el nudo mantenido en el extremo inferior en el mismo ambiente, y se aplicó una carga de 0,08 cN/dtex al extremo inferior de la madeja. Se marcó la posición correspondiente a una longitud de madeja de 25 cm (50 cm de longitud circunferencial). Se quitó la carga y la madeja se cortó en la posición de la marca para obtener un hilo componente de 50 cm (que no contenía el nudo). Además, el hilo componente de 50 cm se pesó, y el peso se multiplicó por 20000 veces, para obtener la finura global del hilo componente. La medición se realizó 10 veces, y los valores medidos se promediaron. En este caso, como la finura global del hilo componente no pudo encontrarse en la medición inicial, de antemano se obtuvo una figura global temporal para decidir la carga que iba a usarse para la medición. Es decir, se seleccionaron 50 kg como carga para la medición anteriormente mencionada (para una madeja de una circunferencia), para obtener la finura global temporal, y a partir de la finura global temporal se decidió la carga (0,08 cN/dtex). La medición de la finura global temporal se realizó 10 veces, y los valores medidos se promediaron. Posteriormente se contó el número de filamentos que constituyeron el hilo componente, y la finura total del hilo componente se dividió entre el número de filamentos, para obtener la finura de monofibra.

40 I. Resistencia, tasa de alargamiento y tensión al 10% de alargamiento

45 **[0162]** La curva S-S de una muestra (filamento o hilo componente) se midió usando Tensilon UCT-100 producido por Orientec Co., Ltd. según JIS L 1017 (1995), 7.5 Resistencia a la tracción y Tasa de alargamiento, (1) Procedimiento de medición de prueba en condiciones estándar. Antes de la medición, la muestra se dejó reposar en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% sin ninguna carga durante 48 horas, para acondicionarse. Además, con la muestra dispuesta en el mismo ambiente, la curva S-S se midió a una carga inicial de 0,08 cN/dtex con una longitud de muestra de 250 mm a una tasa de tensión de 300 m/min.

50 **[0163]** La resistencia se obtuvo dividiendo la tenacidad en el momento que muestra la máxima tenacidad sobre la curva S-S entre la finura global. La tasa de alargamiento se obtuvo dividiendo el alargamiento en el momento que muestra la máxima tenacidad sobre la curva S-S entre la longitud de muestra y multiplicando el cociente por 100. La tensión al 10% de alargamiento se obtuvo dividiendo la tenacidad al 10% de alargamiento entre la finura global. Para cada punto, la medición se realizó 10 veces, y los valores medidos se promediaron.

55 J. Tasa de encogimiento alcanzada aplicando tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos

[0164] A partir de un embalaje que se dejó reposar en una atmósfera con una temperatura de 25°C y con una humedad del 55% durante 24 horas, una bobina de encolado con 1 m por circunferencia se giró a 10 revoluciones

para obtener a madeja, y los extremos de la madeja se ataron juntos, para preparar una madeja en bucle de tal modo que el nudo no pudiera soltarse. La madeja en bucle se dejó reposar en una atmósfera con una temperatura de 25°C y con una humedad del 55% sin ninguna carga durante 24 horas, para obtener una muestra. La madeja en bucle se suspendió de un gancho a la misma temperatura, y se aplicó una carga de 0,08 cN/dtex a la madeja en bucle, para medir la longitud de madeja como la longitud original L1. Entonces, la madeja en bucle se sumergió en agua hirviendo (98°C) durante 30 minutos sin ninguna carga, y se sacó, y la madeja tratada con agua hirviendo se secó a una temperatura ambiente de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas. La madeja en bucle secada se suspendió de un gancho, y se aplicó una carga de 0,08 cN/dtex al extremo inferior de la madeja en bucle, para medir la longitud de madeja como la longitud tratada L2. Además, usando L1 y L2, la tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo se obtuvo a partir de la siguiente fórmula.

Tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo (%) = $[(L1 - L2) / L1] \times 100$

K. Resistencia y tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo

[0165] Filamentos desenrollados de un embalaje que se dejó reposar en una atmósfera con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas se cortaron, y ambos extremos de los filamentos se ataron juntos para preparar una madeja en bucle con una longitud circunferencial de 1 metro de tal modo que el nudo no pudiera soltarse. La madeja en bucle se dejó reposar en una atmósfera con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas sin ninguna carga, y posteriormente se sumergió en agua hirviendo (98°C) durante 30 minutos sin ninguna carga, y se sacó. La madeja tratada con agua hirviendo se secó a una temperatura ambiente de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas. Los filamentos tratados con agua hirviendo se usaron como muestra, y según el procedimiento descrito en la Sección I anterior, se obtuvieron la resistencia después del tratamiento con agua hirviendo y la tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo. Como finura global de los filamentos después del tratamiento con agua hirviendo se usó el siguiente valor.

Finura global de los filamentos después del tratamiento con agua hirviendo = Finura global de los filamentos x $(1 + \text{tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo} / 100)$

L. Tasa de encogimiento en seco

[0166] Según el procedimiento de medición de JIS L 1017 (1995), 7.10 Tasa de encogimiento en seco, (2) Tasa de encogimiento en seco después de calentar (Procedimiento B), se midió la tasa de encogimiento en seco de una muestra (filamento). Primero, una bobina de dimensionado de 1 m por circunferencia se giró a 10 revoluciones para tomar una madeja, y los extremos del filamento se ataron juntos, para preparar una madeja en bucle de tal modo que el nudo no pudiera soltarse. La madeja en bucle se dejó reposar en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 48 horas sin ninguna carga, para acondicionarse. Posteriormente en el mismo ambiente, la madeja en bucle para la medición de la longitud de muestra se suspendió de un gancho, y se aplicó una carga de 0,08 cN/dtex a la madeja en bucle, para medir la longitud de la mano como la longitud original L3. Además, la carga se retiró, y la madeja en bucle se colocó en un horno Geer GPHH-200 producido por Tabai Spec y se sometió a un tratamiento con calor seco sin ninguna carga a una temperatura atmosférica de 150°C durante 30 minutos. Posteriormente, la madeja en bucle tratada con calor seco se sacó del horno, y se dejó reposar de nuevo en un ambiente a una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% sin ninguna carga durante 48 horas, para acondicionarse. Entonces, en el mismo ambiente, la madeja en bucle tratada con calor seco se suspendió de un gancho y se aplicó una carga de 0,08 cN/dtex a la madeja en bucle, para medir la longitud de madeja como la longitud tratada L4. Usando L3 y L4, la tasa de encogimiento por calor seco se obtuvo a partir de la siguiente fórmula. La medición se realizó cinco veces, y los valores medidos se promediaron.

Tasa de encogimiento por calor seco = $(L3 - L4) / L3 \times 100$

M. % de U

Se usó UT4-CX/M producida por Zellweger Uster para medir el % de U (normal) a una velocidad de hilo de 200 m/min durante 1 minuto.

N. Número de trozos de pelusa

[0167] Un probador de pelusa (DT-104) producido por Toray Industries, Inc. se usó para medir el número de trozos de pelusa por 100.000 m. Se usó un detector de tipo F para medir a una velocidad de hilo de 300 m/min y una tensión de 0,08 cN/dtex durante 180 minutos. Se midieron diez embalajes, y el número total detectado de trozos de pelusa se dividió entre una longitud de medición total de 540.000 m (54.000 m x 10 embalajes), y el cociente se multiplicó por 10, para obtener el número de trozos de pelusa por 100.000 m. El nivel objetivo de la presente invención es 5 trozos de pelusa o menos por 100.000 m, y 0 o menos es lo mejor.

O. Número de veces de rotura del hilo

[0168] Se contó el número de veces de rotura del hilo que se produjo cuando 100 kg de filamentos se formaron por hilado y estirado. Se juzgó que menos veces de rotura del hilo significó una mejor moldeabilidad del hilo.

P. Tasa de encogimiento de la tela sometida a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos

[0169] Según JIS L 1096 (1999), 8.64.4 Cambios dimensionales de telas tejidas, Procedimiento B (Procedimiento de inmersión en agua hirviendo), se midió la tasa de encogimiento de la tela sometida a tratamiento con agua hirviendo.

[0170] Primero, en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55%, una tela de airbag se dejó reposar durante 24 horas, y un cuadrado de tela de airbag de 25 cm x 25 cm se cortó como muestra. Además, como se muestra en la Fig. 58 de JIS L 1096 (1999) 8.64.4, secciones de medición de 20 cm se marcaron sobre la muestra, y en un estado relajado, la muestra se sumergió en agua a 98°C durante 30 minutos y se sacó. La muestra sacada se presionó ligeramente para ser drenada, y se secó naturalmente en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas. Sobre la muestra tratada con agua hirviendo se midieron las longitudes de las secciones de medición (L5: dirección de urdimbre, L6: dirección de trama). Además, a partir de la siguiente fórmula se obtuvieron las tasas de encogimiento de la tela sometida a tratamiento con agua hirviendo.

Tasa de encogimiento de una tela en la dirección de urdimbre por tratamiento con agua hirviendo (%) = $(20 - L5) / 20 \times 100$

Tasa de encogimiento de una tela en la dirección de trama por tratamiento con agua hirviendo (%) = $(20 - L6) / 20 \times 100$

Q. Resistencia a la tracción de la tela

[0171] Según JIS L 1099 (1999), 8.12.1 Resistencia a la tracción y Tasa de alargamiento, Condición estándar, Procedimiento A (Procedimiento de tira), la resistencia a la tracción de una tela de airbag se midió usando Tensilon UCT-100 producido por Orientec Co., Ltd.

[0172] Una tela de airbag se dejó reposar en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas, y se cortó un espécimen de 3 cm de ancho de la tela. Se tiró del espécimen a una tasa de tensión de 20 cm/min con un intervalo de agarre de 20 cm en el mismo ambiente, y se midió la resistencia (N) a la que se rompió el espécimen. La medición se realizó en la dirección de urdimbre y en la dirección de trama respectivamente cinco veces, y los valores medidos se promediaron para obtener la resistencia a la tracción en cada dirección.

R. Tenacidad al rasgado de la tela

[0173] Según JIS L 1096 (1999), 8.15.1 Tenacidad al rasgado, Procedimiento A-1 (Procedimiento de una sola lengua), se midió la tenacidad al rasgado de una tela de airbag.

[0174] Se dejó reposar una tela de airbag en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas, y se cortó un espécimen de 10 cm x 25 cm de la tela. Se hizo una raja de 10 cm a ángulos rectos en el lado corto en el centro del lado corto, y el espécimen se rasgó usando Tensilon UCT-100 producido por Orientec Co., Ltd. con un intervalo de agarre de 10 cm a una tasa de tensión de 10 cm/min a la misma temperatura y ambiente de humedad. Se midió la carga máxima (N) en este caso. La medición se realizó en la dirección de urdimbre (en la dirección para cortar los hilos de urdimbre) y la dirección de trama (en la dirección para cortar los hilos de trama) respectivamente cinco veces, y los valores medidos se promediaron para obtener la tenacidad a la tracción en cada dirección.

S. Números de hilos de urdimbre e hilos de trama

[0175] Según JIS L 1096 (1999), 8.6.1 Procedimientos para medir las densidades de telas tejidas, se midieron el número de hilos de urdimbre (hilos/2,54 cm) y el número de hilos de trama (hilos/2,54 cm). Una muestra (tela de airbag) se dejó reposar en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas, y en el mismo ambiente se contaron el número de hilos de urdimbre en una sección de 10 cm y el número de hilos de trama en una sección de 10 cm y se convirtieron en el número de hilos de urdimbre por 2,54 cm y el número de hilos de trama por 2,54 cm. La medición se realizó respectivamente cinco veces, y los valores medidos se promediaron.

T. Espesor

5 **[0176]** Según JIS L 1096 (1999), 8.5.1 Procedimientos para medir los espesores de telas tejidas, se midió el espesor de una tela de airbag. Una muestra (tela de airbag) se dejó reposar en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas, y en el mismo ambiente se midió el espesor de la muestra a una presión de 23,5 kPa usando un medidor de espesores (medidor de espesores tipo Schopper producido por Yasuda Seiki Seisakusho Ltd.) en cinco sitios diferentes, y los valores medidos se promediaron.

10 U. Permeabilidad al aire

15 **[0177]** Según JIS L 1096 (1999), 8.27.1, Procedimiento A, se midió la permeabilidad al aire de una tela de airbag. Una tela de airbag se dejó reposar en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas, y se cortó una muestra de 20 cm de largo y 15 cm de ancho de la tela. En el mismo ambiente se usó un probador de permeabilidad al aire (FX3300-III producido por Textest Co.) para medir la tasa de aire (cc/cm²/s) que pasa a través de la muestra con un área de medición de 38 cm² a una presión de prueba de 19,6 kPa. Se midieron veinte muestras diferentes, y los valores medidos se promediaron para obtener la permeabilidad al aire de la tela.

20 V. Resistencia a la flexión

25 **[0178]** Según JIS L 1096 (1999), 8.19.1, Procedimiento A (Procedimiento del voladizo a 45°), se midió la resistencia a la flexión de una tela de airbag. Una tela de airbag se dejó reposar en un ambiente con una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 55% durante 24 horas, y se cortó un espécimen de 2 cm x 15 cm de la tela. La resistencia a la flexión del espécimen se midió usando un probador del voladizo en el mismo ambiente. La medición se realizó en la dirección de urdimbre (los hilos de urdimbre fueron paralelos a los lados largos de la muestra) y en la dirección de trama (los hilos de trama fueron paralelos a los lados largos de la muestra) respectivamente cinco veces, y los valores medidos se promediaron.

30 W. Capacidad de acomodación

35 **[0179]** Una tela de airbag de 50 cm x 50 cm se plegó en la dirección de urdimbre y luego en la dirección de trama para obtener una muestra plegada en cuatro. Se prepararon cinco de tales muestras. Los cinco especímenes se superpusieron sobre una base horizontal y posteriormente se colocó sobre ellos una placa de hierro de 30 cm x 30 cm con un peso de 300 g. La pila se dejó reposar durante 5 minutos para la estabilización, y posteriormente se midió la altura de los cinco especímenes de tela de airbag. La altura medida se dividió entre el valor medido usando la tela de airbag del Ejemplo de referencia 1 y el cociente se multiplicó por 100, para la evaluación de capacidad de acomodación. Un valor más pequeño indica que la capacidad de acomodación de la tela de airbag es mayor. La medición se realizó cinco veces usando muestras diferentes, y los valores medidos se promediaron.

40 X. Capacidad para ser inflado

45 **[0180]** Dos láminas circulares con un diámetro de 725 mm se cortaron de una tela de airbag por un procedimiento de perforación, y tres láminas de refuerzo circulares con un diámetro de 200 mm obtenidas de la misma tela se laminaron en el centro de una de las láminas circulares. A lo largo de las líneas circulares de 110 mm, 145 mm y 175 mm de diámetro, el laminado se cosió con una máquina de coser pespunte usando hebras de costura de fibras de poliamida 66 de 470 dtex/1x3 como hebra de aguja y hebra de carrete, y se formó un orificio con un diámetro de 90 mm como abertura para instalar un inflador. En las posiciones de 255 mm desde la porción central y opuestas entre sí en direcciones al bias se aplicó cada hoja de refuerzo circular con un diámetro de 75 mm obtenida de la misma tela, y a lo largo de las líneas circulares de 50 mm y 60 mm de diámetro, la lámina se cosió con una máquina de coser pespunte usando hebras de costura de poliamida 66 fibras de 470 dtex/1x3 como hebra de aguja y hebra de carrete, y se formaron dos orificios de ventilación con un diámetro de 40 mm. Entonces, con la cara de la hoja de refuerzo circular mantenida fuera, la otra hoja circular se superpuso con el eje de urdimbre desplazado 45°, y a lo largo de las líneas circulares de 700 mm y 710 mm de diámetro, la lámina se cosió con una máquina de coser de punto de cadeneta doble usando hebras de costura de poliamida 66 fibras de 1400 dtex/1 como hebras superior e inferior. Se le dio la vuelta a la bolsa, para preparar un airbag del asiento del conductor con un volumen de 60 l como se muestra en la Fig. 2.

60 **[0181]** El airbag del asiento del conductor se infló experimentalmente por un inflador de encendido eléctrico. El inflado no produjo el reventamiento de la bolsa, y permitió que la bolsa se inflara con buen equilibrio sin romper o fundir la tela y sin ninguna fuga de aire de las costuras. Se encontró que el airbag era bueno. Se decidió que un airbag que no cumplió alguno de los puntos anteriormente mencionados era un producto defectuoso. Se empleó el número de productos buenos encontrados aceptables después de 100 pruebas de inflado como un indicador de la capacidad para ser inflado. El nivel objetivo de la presente invención es 95 o más.

Y. Capacidad de absorción de impactos

[0182] Un globo de goma con un espesor de pared muy fino se dispuso dentro del airbag preparado en la Sección X anterior, y el globo se infló a un volumen de 60 l a una presión interna de 19,6 kPa, manteniéndose el airbag inflado. Entonces, como se muestra en la Fig. 3, un péndulo formado de una bola de hierro (1 kg) se soltó a un ángulo de 45°, para colisionar con el airbag, y se midió el ángulo a (°) al que la bola de hierro rebotó por repulsión. El ángulo obtenido se dividió entre el ángulo del péndulo rebotado del airbag del Ejemplo de referencia 1, y el cociente se multiplicó por 100 para obtener un indicador de la capacidad de absorción de impactos. Se decidió que un valor inferior de la capacidad de absorción de impactos indicaba capacidad de absorción de impactos más excelente.

Z. Factor de cobertura

[0183] El factor de cobertura puede representarse por la siguiente fórmula.

$$K = N_w \times (0,9 \times D_w)^{0,5} + N_F \times (0,9 \times D_F)^{0,5}$$

N_w : Número de hilos de urdimbre (hilos/2,54 cm)

D_w : Finura global del hilo de urdimbre (dtex)

N_F : Número de hilos de trama (hilos/2,54 cm)

D_F : Finura global de hilo de trama (dtex)

[0184] Además, al igual que D_w y D_F , se usaron los valores de hilos componentes. Además, N_w y N_F se midieron según el procedimiento establecido en la Sección S anterior.

[Ejemplo de preparación 1] (Preparación de lisina descarboxilasa)

[0185] Primero, se cultivó cepa JM109 de *E. coli* del siguiente modo. Un asa de platino de la cepa se sembró en 5 ml de medio LB, y se cultivó previamente por agitación a 30°C durante 24 horas. Entonces, otros 50 ml de medio LB se dispusieron en un matraz Erlenmeyer de 500 ml y se esterilizaron por vapor a 115°C durante 10 minutos. La cepa previamente cultivada anteriormente mencionada se subcultivó en el medio durante 24 horas a una amplitud de 30 cm y 180 rpm, mientras que el pH se ajustó a 6,0 por disolución acuosa de ácido clorhídrico 1 N. La biomasa obtenida así se recogió, se machacó ultrasónicamente y se centrifugó para preparar un extracto libre de células. La actividad de la lisina descarboxilasa del extracto libre de células se midió según un procedimiento establecido [Kenji Soda y Haruo Misono, Seikagaku Jikken Koza (= Conferencias de experimentos bioquímicos), vol. 11-jo, páginas 179 a 191, 1976].

[0186] En el caso en el que se usa lisina como sustrato puede producirse la conversión por lisina monooxigenasa, lisina oxidasa y lisina mutasa considerada como la ruta principal. Por tanto, con el fin de bloquear el sistema de reacción, el extracto libre de células de la cepa JM109 de *E. coli* se calentó a 75°C durante 5 minutos. Además, el extracto libre de células se fraccionó usando 40% de sulfato de amonio saturado y 55% de sulfato de amonio saturado. La disolución de lisina descarboxilasa bruta refinada se usó para producir 1,5-pentametildiamina a partir de lisina.

[Ejemplo de preparación 2] (Preparación de 1,5-pentametildiamina)

[0187] Una disolución acuosa preparada para contener clorhidrato de lisina 50 mM (producido por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.), fosfato de piridoxal 0,1 mM (producido por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) y 40 mg/l de lisina descarboxilasa bruta refinada (preparada en el Ejemplo de preparación 1) se hizo reaccionar a 45°C durante 48 horas, mientras que el pH se mantuvo a 5,5 a 6,5 usando disolución acuosa de ácido clorhídrico 0,1 N, para obtener clorhidrato de 1,5-pentametildiamina. Se añadió hidróxido sódico a la disolución acuosa, para convertir el clorhidrato de 1,5-pentametildiamina en 1,5-pentametildiamina, y la extracción se realizó usando cloroformo, seguido de destilación a presión reducida (1,33 kPa, 60°C), para obtener 1,5-pentametildiamina.

[Ejemplo de preparación 3] (Preparación de una disolución acuosa que contiene 50% en peso de la sal de 1,5-pentametildiamina y ácido adípico)

[0188] Una disolución acuosa obtenida disolviendo 102 g de la 1,5-pentametildiamina producida en el Ejemplo de preparación 2 en 248 g de agua se sumergió en un baño de agua de 50°C con agitación, cuando se añadió ácido adípico (producido por K.K. CaHC) aproximadamente 1 g cada vez y aproximadamente 0,2 g cada vez en la proximidad del punto neutro, para examinar el cambio en el pH de la disolución acuosa en respuesta a la cantidad añadida de ácido adípico, para obtener el punto neutro. Tuvo pH 8,32. La cantidad añadida de ácido adípico en el punto neutro fue 146 g. Se preparó una disolución acuosa (496 g) que contenía 50% en peso de la sal equimolar de 1,5-pentametildiamina y ácido adípico para lograr un pH de 8,32.

[Ejemplo de preparación 4] (Preparación de una disolución acuosa que contiene 70% en peso de la sal de 1,5-pentametilendiamina y ácido adípico)

5 **[0189]** Una disolución acuosa (354,3 g) que contiene 70% en peso de la sal equimolar de 1,5-pentametilendiamina y ácido adípico se preparó como se ha descrito en el Ejemplo de preparación 3, excepto que la cantidad de agua fue 104,3 g.

10 **[Ejemplo de preparación 5] (Preparación de una disolución acuosa que contiene 57% en peso de la sal de 1,5-pentametilendiamina y ácido adípico)**

15 **[0190]** Una disolución acuosa (435,1 g) que contiene 57% en peso de la sal equimolar de 1,5-pentametilendiamina y ácido adípico se preparó como se ha descrito en el Ejemplo de preparación 3, excepto que la cantidad de agua fue 187,1 g.

(Ejemplo de trabajo 1)

20 **[0191]** La disolución acuosa que contiene 70% en peso de la sal equimolar de 1,5-pentametilendiamina y ácido adípico del Ejemplo de preparación 4 se ajustó a una temperatura del agua de 50°C mientras que 1,5-pentametilendiamina y agua se añadieron a la disolución acuosa para ajustar la relación del número de moles de 1,5-pentametilendiamina con respecto al número de moles de ácido adípico (número de moles de 1,5-pentametilendiamina/número de moles de ácido adípico) a 1,007 y la concentración de monómero bruto en la disolución acuosa al 70% en peso. Además, se añadió ácido fenilfosfónico a la disolución acuosa de material de partida para garantizar que la resina de poliamida 56 obtenida pudiera contener 100 ppm de átomos de fósforo, y posteriormente la disolución se suministró a un reactor de polimerización calentado con medio de calefacción con su atmósfera sustituida con nitrógeno de antemano (etapa de preparación del material de partida).

30 **[0192]** Posteriormente, el reactor se purgó internamente con nitrógeno, mientras que el medio de calefacción se calentó para concentrar la disolución acuosa (etapa de concentración). En este caso, con la temperatura en el reactor mantenida a 125°C y con la presión (presión manométrica) en el reactor mantenida a 0,2 MPa, la concentración se realizó hasta que la concentración del material de partida en la disolución acuosa llegó al 90% en peso. La concentración de la disolución acuosa en el reactor se determinó a partir de la cantidad de agua destilada.

35 **[0193]** Además, el reactor de polimerización se cerró y la temperatura del medio de calefacción se aumentó a 270°C, para aumentar la presión (presión manométrica) en el reactor hasta 1,7 MPa (etapa de aumento de la presión). Entonces, la presión (presión manométrica) en el reactor se controló y se mantuvo a 1,7 MPa hasta que la temperatura en el reactor llegó a 250°C (etapa de control de la presión). Además, la temperatura del medio de calefacción se cambió a 285°C, y la presión se liberó a presión atmosférica, durante 60 minutos (etapa de liberación de presión). Además, la presión (presión manométrica) en el reactor se redujo a -13,3 kPa, y cuando se alcanzó una potencia de agitación predeterminada, la reacción de polimerización se detuvo (etapa de reducción de la presión).
40 Finalmente el reactor de polimerización se presurizó ligeramente internamente por nitrógeno para descargar el polímero, y el polímero se enfrió con agua y se cortó (etapa de descarga). Para alcanzar la potencia de agitación predeterminada fue necesario mantener la presión (presión manométrica) en el reactor a -13,3 kPa durante 0,5 horas después de alcanzar la presión en la etapa de reducción de la presión.

45 **[0194]** La viscosidad relativa en ácido sulfúrico de la resina de poliamida 56 obtenida fue 2,75, y el $\frac{[\text{NH}_2]}{([\text{NH}_2] + [\text{COOH}])}$ como indicador del equilibrio entre la concentración de grupos terminales amino y la concentración de grupos terminales carboxilo fue 0,48. El tamaño de gránulos fue 35 g/gránulo, y el % de CV de los tamaños de gránulo fue del 8%.

50 **[0195]** La resina de poliamida 56 obtenida se suministró a una secadora a vacío, y se añadió 5% en peso de disolución acuosa de acetato de cobre para lograr 100 ppm como átomos de cobre basadas en la cantidad de resina de poliamida 56, y la secadora se giró para mezclar durante aproximadamente 1 hora. Además, se añadió 50% en peso de disolución acuosa de yoduro de potasio para lograr 600 ppm como átomos de potasio basadas en la cantidad de la resina de poliamida 56, y la secadora se giró de nuevo para mezclar durante aproximadamente 1
55 hora. Posteriormente, la secadora se giró para agitar la resina en la secadora, mientras que bajo flujo de nitrógeno la temperatura en la secadora se aumentó a 90°C y se mantuvo a 90°C durante 5 horas para realizar la cristalización preliminar.

60 **[0196]** Además, después de detener el suministro de nitrógeno, empezó la reducción de presión en la secadora. Posteriormente, la temperatura en la secadora se aumentó de nuevo, y después de alcanzar la temperatura en la secadora 130°C, la salida del calefactor se controló para mantener la tasa de calentamiento a 5°C/hora, mientras que la temperatura en la secadora se aumentó a 170°C. Además, después de mantener la temperatura en la secadora a 170°C mientras que la presión en la secadora se mantuvo a 133 Pa o inferior durante un periodo de tiempo predeterminado, la resina de poliamida 56 se sacó. En este caso, el periodo de tiempo durante

el cual la presión en la secadora se mantuvo a 133 Pa o inferior se ajustó para garantizar que la viscosidad relativa en ácido sulfúrico de la resina de poliamida 56 obtenida pudiera ascender a 3,85. Es decir, la resina de poliamida 56 se produjo durante diversos periodos de tiempo de mantenimiento, para obtener la curva de correlación entre la viscosidad relativa en ácido sulfúrico de la resina de poliamida 56 obtenida y el periodo de tiempo de mantenimiento, y se decidió el periodo de tiempo de mantenimiento que podría alcanzar una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3,85.

[0197] La viscosidad relativa en ácido sulfúrico de la resina de poliamida 56 obtenida fue 3,85, y Mw/Mn fue 2,17, siendo el contenido de agua 300 ppm.

[0198] La resina 56 obtenida se fundió-hiló, se estiró y se trató por calor continuamente para obtener filamentos de poliamida 56 usando un aparato de hilado, estiramiento y tratamiento por calor equipado con una amasadora de un solo husillo mostrada en la Fig. 1.

[0199] Primero, la resina se suministró a la tolva y se fundió y se amasó por la amasadora de un solo husillo, siendo introducida en un bloque de hilado. Se usó una bomba de engranajes para dosificar y descargar el polímero para la introducción en una caja de hilado contenida en el aparato, siendo hilada en una hilera que tenía 136 orificios con forma de la sección redonda.

[0200] Los filamentos se volvieron a calentar por el cilindro de calentamiento instalado bajo el bloque de hilado, y se enfriaron y se solidificaron por un dispositivo de generación de aire de refrigeración anular, y se engrasaron por un dispositivo de engrasado. Posteriormente, los filamentos se recogieron por un primer rodillo, y con la velocidad de un segundo rodillo mantenida a 1,02 veces la velocidad del primer rodillo, los filamentos sin estirar se estiraron, siendo entonces estirados a la relación de velocidad entre el segundo rodillo y un tercer rodillo, se trataron por calor por el tercer rodillo, se re-estiraron a la relación de velocidad entre el tercer rodillo y un cuarto rodillo, se trataron con calor de nuevo por el cuarto rodillo, se estiraron de nuevo a la relación de velocidad entre el cuarto rodillo y un quinto rodillo (rodillo de calentamiento final), se trataron de nuevo por calor por el quinto rodillo, se relajaron entre el quinto rodillo y un sexto rodillo (rodillo final), luego se enmarañaron por un boquilla de enmarañamiento (presión de 0,2 MPa) dispuesta entre el sexto rodillo y una devanadera, y se bobinaron a una tensión de bobinado de 0,08 cN/dtex (la finura de los filamentos bobinados se usa como finura) para obtener 136 filamentos de poliamida 56 de 350 decitex cada uno, hilando, estirando, tratando con calor y rizando en una etapa. Las condiciones de hilado del fundido, estiramiento y tratamiento por calor fueron del siguiente modo.

- Temperatura de la amasadora: 275°C

- Temperatura de hilado: 285°C

- Tiempo de residencia: 6 minutos

- Capa de filtro: Empaquetada con perlas de vidrio de 2 mm de ϕ

- Filtro: filtro de tela no tejida de 10 μm

- Hilera: 136 orificios, cada uno con un diámetro de orificio de 0,18 mm y una profundidad del orificio de 0,4 mm

- Cantidad descargada: 75,25 g/min (un hilo que consiste en 136 filamentos por embalaje)

- Cilindro de calentamiento: Temperatura 310°C, longitud del cilindro de calentamiento 0,15 m

- Refrigeración: Dispositivo de generación de aire de refrigeración anular usado (aire de refrigeración generado hacia adentro), temperatura 20°C, humedad relativa 55%, velocidad del aire 0,45 m/s, posición de inicio de la refrigeración a 0,30 m por debajo la cara de la hilera

- Aceite: 25 partes en peso de una mezcla que consiste en un éster de ácido graso, tensioactivo no iónico, tensioactivo aniónico y silicona modificada como ingredientes activos del aceite, diluido con 75 partes en peso de un aceite mineral con 14 átomos de carbono. La cantidad de deposición se ajustó para garantizar que los componentes distintos del aceite mineral pudieran depositarse por 1% en peso basado en el peso de los filamentos.

- Ambiente del hilado del fundido y estirado: 25°C, 55% de HR

- Temperatura del primer rodillo: 25°C

- Temperatura del segundo rodillo: 50°C

• Temperatura del tercer rodillo: 140°C

• Temperatura del cuarto rodillo: 180°C

5 • Temperatura del quinto rodillo: 230°C

• Temperatura del sexto rodillo: 25°C

10 • Velocidad del primer rodillo: 450 m/min

• Velocidad del segundo rodillo: 459 m/min

• Velocidad del tercer rodillo: 1285 m/min

15 • Velocidad del cuarto rodillo: 1671 m/min

• Velocidad del quinto rodillo: 2339 m/min

• Velocidad del sexto rodillo: 2152 m/min

20 • Velocidad de bobinado: 2150 m/min

• Relación de estiramiento: 4,78 veces (relación de estiramiento en un intervalo de temperatura de estiramiento de 100 a 245°C: 1,82 veces)

25 **[0201]** Los filamentos de poliamida 56 del Ejemplo de trabajo 1 tuvieron 3,82 de viscosidad relativa en ácido sulfúrico, 2,21 de Mw/Mn, 255°C de punto de fusión, 80 J/g de cantidad de calor de fusión, 9 cN/dtex de resistencia, 23% de tasa de alargamiento, 3,3 cN/dtex de tensión al 10% de alargamiento, 12% de tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo, 4% de tasa de encogimiento en seco y 0,9 de % de U. Además, los filamentos después del tratamiento con agua hirviendo tuvieron alta resistencia y bajo módulo elástico, teniendo una resistencia de 7,9 cN/dtex y una tensión al 10% de alargamiento de 0,8 cN/dtex. El Ejemplo de trabajo 1 tuvo buena moldeabilidad del hilo y los filamentos obtenidos tuvieron buen aspecto superficial sin pelusa (0 trozos/100.000 m).

35 **[0202]** Los filamentos de poliamida 56 del Ejemplo de trabajo 1 fueron urdidos y posteriormente tejidos usando un telar de chorro de agua (ZW303 producido por Tsudakoma Corp.), para producir un ligamento tafetán (tela gris). En este caso, el telar se ajustó para tener 53 hilos/2,54 cm cada uno como los hilos de urdimbre y los hilos de trama de la tela gris. El factor de cobertura de la tela gris fue 1881. La capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de urdimbre y el procedimiento de tejido fue bueno.

40 **[0203]** La tela tejida obtenida se suministró a agua caliente que contenía 0,5 g/l de dodecilbencenosulfonato de sodio y 0,5 g/l de carbonato sódico, para ser peinada en un estado relajado y encogida por calor (temperatura del agua caliente 90°C, tiempo de tratamiento 1 minuto), y posteriormente se secó en un estado relajado a 130°C durante 1 minuto. Además, la tela fue finalmente fijada a 180°C durante 1 minuto, a la vez que se limitó el encogimiento en las direcciones de urdimbre y de trama, para garantizar que las tasas de encogimiento de la tela de airbag obtenida por tratamiento con agua hirviendo (en las direcciones de urdimbre y de trama) pudieran ser del 0,3%. Por tanto, se obtuvo la tela de airbag del Ejemplo de trabajo 1. La tela de airbag obtenida tuvo 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama, un factor de cobertura de 2213 y un espesor de 0,32 mm. Los resultados del Ejemplo de trabajo 1 se muestran en la Tabla 1.

50 **[0204]** Como la tela de airbag del Ejemplo de trabajo 1 tuvo alta resistencia de los hilos componentes, fue una tela tejida que tuvo excelente resistencia a la tracción y tenacidad al rasgado y también baja permeabilidad al aire, teniendo así excelente capacidad para ser inflada. Además, como la tensión al 10% de alargamiento de los hilos componentes fue baja, la tela de airbag tuvo baja resistencia a la flexión, por tanto, flexible, y también excelente capacidad de acomodación y capacidad de absorción de impactos.

55 **(Ejemplo de referencia 1)**

60 **[0205]** Una disolución acuosa de 1,007 como relación del número de moles de 1,6-hexametilendiamina con respecto al número de moles de ácido adípico (número de moles de 1,6-hexametilendiamina/número de moles de ácido adípico), 50% en peso de la concentración de monómero bruto de la disolución acuosa y 50°C de temperatura de agua se suministró a un reactor de polimerización calentado con medio de calefacción con su atmósfera sustituida con nitrógeno de antemano, y la temperatura del medio de calefacción se fijó a 280°C para empezar el calentamiento. La presión en el reactor de polimerización se ajustó a 1,47 MPa, y la mezcla de reacción se calentó a 270°C. Entonces, la presión en el reactor se liberó gradualmente, y adicionalmente se redujo, y posteriormente la

reacción de polimerización se detuvo a una potencia de agitación predeterminada. La hebra descargada se enfrió con agua y se cortó para obtener una resina de poliamida 66.

5 **[0206]** La resina de poliamida 66 obtenida tuvo 2,85 de viscosidad relativa en ácido sulfúrico, 0,42 de $[\text{NH}_2]/([\text{NH}_2] + [\text{COOH}])$ como indicador del equilibrio entre la concentración de grupos terminales amino y la concentración de grupos terminales carboxilo, 39 g/gránulo de tamaño de gránulo y 9% de % de CV de los tamaños de gránulo.

10 **[0207]** La resina de poliamida 66 obtenida se suministró a una secadora a vacío, y se añadió 5% en peso de disolución acuosa de acetato de cobre para lograr 100 ppm como átomos de cobre basadas en la cantidad de la resina de poliamida 66, siendo la secadora girada para mezclar durante aproximadamente 1 hora. Además, se añadió 50% en peso de disolución acuosa de yoduro de potasio para lograr 600 ppm como átomos de potasio basadas en la cantidad de la resina de poliamida 66, y la secadora se giró de nuevo para mezclar durante aproximadamente 1 hora.

15 **[0208]** Posteriormente, la secadora se giró para agitar la resina en la secadora, mientras que empezaba la reducción de presión en la secadora, y entonces la temperatura en la secadora se aumentó de nuevo a 170°C. Además, después de alcanzar 170°C, la presión en la secadora se mantuvo a 133 Pa o inferior durante un periodo de tiempo predeterminado, y se sacó la resina de poliamida 66. El periodo de tiempo durante el cual la presión en la secadora se mantuvo a 133 Pa o menor en este caso se ajustó para garantizar que la viscosidad relativa en ácido sulfúrico de la resina de poliamida 66 obtenida pudiera alcanzar 3,85. Es decir, la resina de poliamida 66 se produjo durante diversos periodos de tiempo de mantenimiento para obtener una curva de correlación entre la viscosidad relativa en ácido sulfúrico de la resina de poliamida 66 obtenida y el periodo de tiempo de mantenimiento, y se decidió el periodo de tiempo de mantenimiento que podría alcanzar una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3,85. La resina de poliamida 66 obtenida tuvo 3,85 de viscosidad relativa en ácido sulfúrico y 2,2 de Mw/Mn.

20 **[0209]** Posteriormente, la resina de poliamida 66 obtenida se acondicionó para tener un contenido de agua de 600 ppm, y se produjeron filamentos como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1. En este caso, la temperatura de la amasadora se cambió a 285°C, la temperatura de hilado, a 295°C, la temperatura del cilindro de calentamiento, a 320°C, y la temperatura del segundo rodillo, a 60°C. Además, las velocidades del primer y segundo rodillos se ajustaron para permitir que los filamentos obtenidos tuvieran una tasa de alargamiento del 23%. La velocidad del segundo rodillo fue 1,02 veces la velocidad del primer rodillo en este caso.

30 **[0210]** Los filamentos de poliamida 66 del Ejemplo de referencia 1 tuvieron 3,81 de viscosidad relativa en ácido sulfúrico, 2,26 de Mw/Mn, 8,6 cN/dtex de resistencia, 23% de tasa de alargamiento, 3,4 cN/dtex de tensión al 10% de alargamiento y 5,7% de tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo. Los filamentos obtenidos después del tratamiento con agua hirviendo tuvieron una resistencia de 8 cN/dtex y una tensión al 10% de alargamiento de 1,9 cN/dtex. La moldeabilidad del hilo fue tan buena como en el ejemplo de trabajo, pero los filamentos tuvieron algo de pelusa (0,2 trozos/100.000 m).

40 **[0211]** Los filamentos de poliamida 66 obtenidos se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que la tela de airbag obtenida después de la fijación final pudiera tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 56 hilos/2,54 cm cada uno. Los resultados del Ejemplo de referencia 1 se muestran en la Tabla 1.

50 **[0212]** Como los filamentos del Ejemplo de referencia 1 fueron de poliamida 66, tuvieron alta tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo en comparación con aquellos del Ejemplo de trabajo 1. Por tanto, aunque la tela tejida obtenida tejiendo los filamentos fue encogida por calor en el desengrasado, secado y procedimiento de fijación final con la intención de reducir suficientemente la tasa de encogimiento de la tela de airbag obtenida por tratamiento con agua hirviendo, la tensión al 10% de alargamiento de los filamentos (hilos componentes) que constituyen la tela fue superior a la del Ejemplo de trabajo 1. Por tanto, la tela de airbag del Ejemplo de trabajo 1 tuvo menor resistencia a la flexión, más flexible, excelente capacidad de acomodación y también excelente capacidad de absorción de impactos.

(Ejemplo comparativo 1)

60 **[0213]** Una disolución acuosa que contiene 50% en peso de la sal equimolar de 1,5-pentametilendiamina y ácido adípico se suministró a un reactor de polimerización calentado con medio de calefacción con su atmósfera sustituida con nitrógeno de antemano, y la temperatura del medio de calefacción se fijó a 280°C para empezar el calentamiento. La presión en el reactor de polimerización se ajustó a 1,47 MPa, y la mezcla de reacción se calentó a 270°C. Entonces, la presión en el reactor se liberó gradualmente, y adicionalmente la presión (presión manométrica) en el reactor de polimerización se redujo a -13,3 kPa. Posteriormente, a una potencia de agitación predeterminada,

la reacción de polimerización se detuvo, y la hebra descargada se enfrió con agua y se cortó para obtener una resina de poliamida 56 con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3,72. En el Ejemplo comparativo 1, una resina de poliamida 56 con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 o mayor se produjo por un procedimiento de polimerización por calor sólo y, por tanto, para lograr una potencia de agitación predeterminada, fue necesario mantener una presión (presión manométrica) de -13,3 kPa alcanzada en la reacción de polimerización durante 3 horas. La resina de poliamida 56 obtenida tuvo una anchura de 3,2 en la distribución de peso molecular expresada por M_w/M_n y de tan sólo 0,15 en $[NH_2]/([NH_2] + [COOH])$ como indicador del equilibrio entre la concentración de grupos terminales amino y la concentración de grupos terminales carboxilo, perdiendo el equilibrio molar en el reactor de polimerización. Mientras tanto, la resina de poliamida 56 tuvo 35 g/gránulo de tamaño de gránulo y 8% de % de CV de los tamaños de gránulo.

[0214] La resina de poliamida 56 obtenida se secó a vacío por una secadora a vacío a una temperatura interna de 90°C, secándose el polímero a un contenido de agua de 300 ppm.

[0215] Se intentó producir filamentos de poliamida 56 usando el polímero como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, pero como las fibras se rompieron frecuentemente después del tercer rodillo, incluido, no pudo hacerse muestreo. Por tanto, las velocidades de los rodillos del tercer rodillo y rodillos posteriores se cambiaron, mientras que la temperatura del quinto rodillo se redujo y, como resultado, los filamentos corrieron establemente y pudieron muestrearse continuamente. La velocidad de bobinado se corrigió para lograr una tensión del hilo de 0,08 cN/dtex entre el sexto rodillo y la devanadera, y la cantidad descargada se corrigió para garantizar que los filamentos obtenidos pudiera tener una finura global de 350 dtex. Las velocidades de los rodillos del Ejemplo comparativo 1 se muestran a continuación, y los resultados se muestran en la Tabla 1.

- Velocidad del primer rodillo: 450 m/min

- Velocidad del segundo rodillo: 459 m/min

- Velocidad del tercer rodillo: 1377 m/min

- Velocidad del cuarto rodillo: 1584 m/min

- Velocidad del quinto rodillo: 1773 m/min

- Velocidad del sexto rodillo: 1632 m/min

- Velocidad de bobinado: 1640 m/min

- Relación de estiramiento: 3,63 veces (relación de estiramiento en un intervalo de temperatura de estiramiento de 100 a 245°C: 1,29 veces)

- Temperatura del quinto rodillo: 200°C

[0216] La moldeabilidad del hilo del Ejemplo comparativo 1 fue mala, y los filamentos obtenidos tuvieron trozos de pelusa de hasta 32 trozos/100.000 m, teniendo mal aspecto superficial.

[0217] Además, los filamentos de poliamida 56 del Ejemplo comparativo 1 se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama de la tela de airbag obtenida después del desengrasado, secado y fijación final pudiera ser 59 hilos/2,54 cm cada uno. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 49 hilos/2,54 cm cada uno. Como los filamentos del Ejemplo comparativo 1 tuvieron mucha pelusa, la capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de la tela fue mala. Los resultados del Ejemplo comparativo 1 se muestran en la Tabla 1.

[0218] Como puede apreciarse de la comparación entre el Ejemplo de trabajo 1 y el Ejemplo comparativo 1, si se emplea el procedimiento de polimerización preferido en la presente invención, puede inhibirse la volatilización y ciclado de 1,5-pentametilendiamina en polimerización por calor, y puede mantenerse el equilibrio molar en el reactor de polimerización. Por tanto, pueden obtenerse filamentos de poliamida 56 con una relación de M_w/M_n de 3 o inferior. Por tanto, pueden producirse establemente filamentos de tanto pequeña finura global como finura de monofibra, alta resistencia y 20% o menor tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo. También puede observarse que los filamentos tienen alta resistencia, también después del tratamiento con agua hirviendo. La razón se considera que es que como M_w/M_n es de tan sólo 3 o inferior, las cadenas moleculares de poliamida 56 en los filamentos se orientan uniformemente en el procedimiento de hilado y estirado, y que la cristalización avanza rápidamente en el tratamiento por calor en el rodillo final y, por tanto, que

se forman muchas fases cristalinas densas orientadas y muchas moléculas de interconexión para conectar las fases cristalinas en los filamentos.

5 **[0219]** Por tanto, en la comparación entre las telas de airbag obtenidas, la tela de airbag obtenida en el Ejemplo de trabajo 1 tuvo mayor resistencia de hilos componentes, teniendo alta resistencia a la tracción y alta tenacidad al rasgado. La tela de airbag del Ejemplo comparativo 1 tuvo insuficiente resistencia a la tracción y tenacidad al rasgado debido a la insuficiente resistencia de los hilos componentes y, en una prueba de inflado, se formaron muchos orificios en la tela. Además, la pelusa en los filamentos usados fue un defecto que elevó la permeabilidad al aire de la tela, y la tela también tuvo mala capacidad para ser inflada.

10

(Ejemplo comparativo 2)

15 **[0220]** Los filamentos de poliamida 56 del Ejemplo comparativo 1 se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo comparativo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama de la tela tejida producida por el telar de chorro de agua se ajustaron a 51 hilos/2,54 cm cada uno, que la temperatura de agua caliente usada para el desengrasado fue 50°C y que el encogimiento de la tela tejida en el procedimiento de desengrasado, secado y fijación final se limitó para garantizar que las tasas de encogimiento (en las direcciones de urdimbre y de trama) de las tela de airbag obtenidas por tratamiento con agua hirviendo pudiera llegar al 5% cada una. Los resultados del Ejemplo comparativo 2 se muestran en la Tabla 1.

20

25 **[0221]** Como la tela de airbag del Ejemplo comparativo 2 tuvo más del 3% de tasas de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo y tuvo insuficiente encogimiento por calor de la tela tejida en el procedimiento de producción de tela, la tensión al 10% de alargamiento de los hilos componentes se mantuvo superior a 2 cN/dtex. Por tanto, la tela fue inferior a la del Ejemplo de trabajo 1 en resistencia a la flexión, capacidad de acomodación y capacidad de absorción de impactos. Además, como la tela del Ejemplo de trabajo 1 tuvo mayor resistencia de hilos componentes y también mayor resistencia a la tracción y tenacidad al rasgado de la misma, la tela del Ejemplo de trabajo 1 también tuvo capacidad para ser inflado más excelente.

[Tabla 1]

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de referencia 1	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2
Filamentos	Polímero usado	-	N56	N56	N56
	Viscosidad relativa en ácido sulfúrico	-	3,82	3,81	3,60
	Mw/Mn	-	2,21	2,26	3,34
	Finura global	dtex	350	350	350
	Número de filamentos	-	136	136	136
	Finura de monofibra	dtex	2,6	2,6	2,6
	Resistencia	cN/dtex	9,0	8,6	6,7
	Tasa de alargamiento	%	23	23	27
	Tasa de encogimiento después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos	%	12,0	5,7	22,5
	Resistencia después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	7,9	8,0	4,4
	Tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	0,8	1,9	0,8
	Número de veces de rotura del hilo	veces/100 kg	0	0	54
	Tela de airbag	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de urdimbre)	%	0,3	0,3
Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de trama)		%	0,3	0,3	0,3
Finura global de cada hilo componente (urdimbre)		dtex	391	369	427
Finura global de cada hilo componente (trama)		dtex	391	369	427
Finura de monofibra en cada hilo componente (urdimbre)		dtex	2,9	2,7	3,1
Finura de monofibra en cada hilo componente (trama)		dtex	2,9	2,7	3,1
Resistencia de hilos componentes (urdimbre)		cN/dtex	8,0	8,0	4,4
Resistencia de hilos componentes (trama)		cN/dtex	8,0	8,1	4,5
Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (urdimbre)		cN/dtex	1,0	2,2	1,0
Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (trama)		cN/dtex	1,0	2,1	1,0
Resistencia a la tracción (dirección de urdimbre)		N/cm	693	685	411
Resistencia a la tracción (dirección de trama)		N/cm	701	691	420
Tenacidad al rasgado (dirección de urdimbre)		N	253	241	172
Tenacidad al rasgado (dirección de trama)	N	245	267	162	
Número de hilos de urdimbre	hilos/2,54 cm	59	59	59	

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de referencia 1	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2
Número de hilos de trama	hilos/2,54 cm	59	59	59	59
Factor de cobertura	-	2213	2150	2314	2262
Resistencia a la flexión (dirección de urdimbre)	mm	54	81	62	84
Resistencia a la flexión (dirección de trama)	mm	53	78	61	82
Permeabilidad al aire	cc/cm ² /s	18	25	43	51
Capacidad de acomodación	-	80	100	89	108
Capacidad de absorción de impactos	-	75	100	88	109
Capacidad para ser inflado	-	100	98	65	74

(Ejemplo de trabajo 2)

5 **[0222]** Se obtuvo una resina de poliamida 56 por polimerización por calor como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que la temperatura en el reactor de polimerización en la etapa de concentración fue 145°C. La resina de poliamida 56 obtenida tuvo 2,75 de viscosidad relativa en ácido sulfúrico, 0,41 en $[\text{NH}_2]/([\text{NH}_2] + [\text{COOH}])$ como indicador del equilibrio entre la concentración de grupos terminales amino y la concentración de grupos terminales carboxilo, 35 g/gránulo de tamaño de gránulo y 8% de % de CV de los tamaños de gránulo.

10 **[0223]** La resina de poliamida 56 se sometió a polimerización en fase sólida como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, y se produjeron filamentos de poliamida 56 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1. El Ejemplo de trabajo 2 tuvo excelente moldeabilidad del hilo, y los filamentos obtenidos tuvieron 0 trozos de pelusa/100.000 m, teniendo buen aspecto superficial.

15 **[0224]** Además, los filamentos del Ejemplo de trabajo 2 se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que la tela de airbag obtenida después del desengrasado, secado y fijación final pudiera tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 52 hilos/2,54 cm cada uno. Los resultados del Ejemplo de trabajo 2 se muestran en la Tabla 2.

(Ejemplo de trabajo 3)

25 **[0225]** Se obtuvo una resina de poliamida 56 por polimerización por calor como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que mientras que la disolución acuosa que contenía 57% en peso de la sal equimolar de 1,5-pentametildiamina y ácido adípico preparada en el Ejemplo de preparación 5 se ajustó a una temperatura del agua de 50°C, se añadieron 1,5-pentametildiamina y agua a la disolución acuosa, para ajustar la relación del número de moles de 1,5-pentametildiamina con respecto al número de moles de ácido adípico (número de moles de 1,5-pentametildiamina/número de moles de ácido adípico) en la disolución acuosa a 1,007 y la concentración de monómero bruto de la disolución acuosa al 57% en peso.

30 **[0226]** La resina de poliamida 56 obtenida tuvo 2,75 de viscosidad relativa en ácido sulfúrico, 0,33 en $[\text{NH}_2]/([\text{NH}_2] + [\text{COOH}])$ como indicador del equilibrio entre la concentración de grupos terminales amino y la concentración de grupos terminales carboxilo, 35 g/gránulo de tamaño de gránulo y 8% de % de CV de los tamaños de gránulo.

35 **[0227]** La resina de poliamida 56 se sometió a polimerización en fase sólida como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, y se produjeron filamentos de poliamida 56 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1. El Ejemplo de trabajo 3 tuvo excelente moldeabilidad del hilo, y los filamentos obtenidos tuvieron cero trozos/100.000 m, teniendo buen aspecto superficial.

40 **[0228]** Además, los filamentos del Ejemplo de trabajo 3 se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que la tela de airbag obtenida después del desengrasado, secado y fijación final pudiera tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 52 hilos/2,54 cm cada uno. Los resultados del Ejemplo de trabajo 3 se muestran en la Tabla 2.

(Ejemplo de trabajo 4)

50 **[0229]** Se intentó producir filamentos de poliamida 56 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 3, excepto que la tasa de calentamiento en la polimerización en fase sólida fue 19°C/h, pero como se produjo balanceo de hilos sobre el quinto rodillo en el procedimiento de hilado, estiramiento y tratamiento por calor, para desestabilizar la carrera del hilo, la temperatura del quinto rodillo se cambió a 225°C. Como resultado fue posible la formación de hilo estable, y la moldeabilidad del hilo fue buena. Además, los filamentos obtenidos tuvieron 0 trozos de pelusa/100.000 m, teniendo buen aspecto superficial.

55 **[0230]** Además, los filamentos del Ejemplo de trabajo 4 se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que la tela de airbag obtenida después del desengrasado, secado y fijación final pudiera tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 51 hilos/2,54 cm cada uno. Los resultados del Ejemplo de trabajo 4 se muestran en la Tabla 2.

(Ejemplos de trabajo 5 y 6)

5 **[0231]** Se produjo una resina de poliamida 56 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 3, excepto que la resina de poliamida 56 obtenida por polimerización por calor en el Ejemplo de trabajo 3 se cortó en gránulos de 68 mg/gránulo de tamaño de gránulo y 8% de % de CV de los tamaños de gránulo en el Ejemplo de trabajo 5 ó 8 mg/gránulo de tamaño de gránulo y 8% de % de CV de los tamaños de gránulo en el Ejemplo de trabajo 6, para proporcionar para la polimerización en fase sólida.

10 **[0232]** Además, se intentó usar la resina de poliamida 56 para producir filamentos como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 3, pero se produjo balanceo de hilos sobre el quinto rodillo en el procedimiento de hilado, estiramiento y tratamiento por calor, para desestabilizar la carrera del hilo en tanto los Ejemplos de trabajo 5 como 6. Por tanto, la temperatura del quinto rodillo se cambió a 225°C. Como resultado, la moldeabilidad de la película fue buena. Además, los filamentos obtenidos en el Ejemplo de trabajo 5 tuvieron 0,2 trozos de pelusa/100.000 m, y los filamentos obtenidos en el Ejemplo de trabajo 6 tuvieron 0 trozos de pelusa/100.000 m, teniendo respectivamente
15 buen aspecto superficial.

20 **[0233]** Además, los filamentos de los Ejemplos de trabajo 5 y 6 se usaron para producir telas de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que las telas de airbag obtenidas después del desengrasado, secado y fijación final pudieran tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fue 51 hilos/2,54 cm cada uno en tanto los Ejemplos de trabajo 5 como 6. Los resultados de los Ejemplos de trabajo 5 y 6 se muestran en la Tabla 2.

(Ejemplo comparativo 3)

30 **[0234]** La disolución acuosa que contiene 50% en peso de la sal equimolar de 1,5-pentametildiamina y ácido adípico obtenida en el Ejemplo de preparación 3 se suministró a un reactor de polimerización calentado con medio de calefacción con su atmósfera sustituida con nitrógeno de antemano, y la temperatura del medio de calefacción se fijó a 280°C, para empezar el calentamiento. La presión en el reactor de polimerización se ajustó a 1,47 MPa, y la mezcla de reacción se calentó a 270°C. Posteriormente, la presión en el reactor se liberó gradualmente, y la presión (presión manométrica) en el reactor de polimerización se redujo adicionalmente a -13,3 kPa, luego a una potencia de agitación predeterminada, la reacción de polimerización se detuvo. La hebra descargada se enfrió con agua y se cortó para obtener una resina de poliamida 56 con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 2,75.
35

40 **[0235]** La resina de poliamida 56 obtenida fue 0,18 en $[\text{NH}_2]/([\text{NH}_2] + [\text{COOH}])$ como indicador del equilibrio entre la concentración de grupos terminales amino y la concentración de grupos terminales carboxilo, 35 g/gránulo de tamaño de gránulo y 8% de % de CV de los tamaños de gránulo.

45 **[0236]** La resina de poliamida 56 obtenida se sometió a polimerización en fase sólida como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, y posteriormente se intentó producir filamentos de poliamida 56 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1. Sin embargo, como la rotura del hilo se produjo frecuentemente sobre el tercer rodillo y rodillos posteriores, no pudo hacerse muestreo. Por tanto, las velocidades del tercer rodillo y rodillos posteriores se cambiaron, mientras que la temperatura del quinto rodillo se redujo para estabilizar la carrera del hilo, permitiendo así el muestreo continuo de filamentos. La velocidad de bobinado en este caso se corrigió para lograr una tensión de fibra de 0,08 cN/dtex entre el sexto rodillo y la devanadera, y la cantidad descargada se corrigió para lograr 350 dtex como finura global de los filamentos obtenidos. Las velocidades de los rodillos del Ejemplo comparativo 3 se muestran a continuación, y los resultados se muestran en la Tabla 2.
50

- Velocidad del primer rodillo: 450 m/min
- Velocidad del segundo rodillo: 495 m/min
- 55 • Velocidad del tercer rodillo: 1469 m/min
- Velocidad del cuarto rodillo: 1689 m/min
- Velocidad del quinto rodillo: 1892 m/min
- 60 • Velocidad del sexto rodillo: 1740 m/min
- Velocidad de bobinado: 1749 m/min

- Relación de estiramiento: 3,89 veces (relación de estiramiento en un intervalo de temperatura de 100 a 245°C: 1,29 veces)

- Temperatura del quinto rodillo: 200°C

5

[0237] La moldeabilidad de la película en el Ejemplo comparativo 3 fue escasa, y los filamentos obtenidos tuvieron trozos de pelusa hasta 24 trozos/100.000 m, teniendo mal aspecto superficial.

10

[0238] Además, los filamentos de poliamida 56 del Ejemplo comparativo 3 se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que la tela de airbag obtenida después del desengrasado, secado y fijación final pudiera tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 49 hilos/2,54 cm cada uno. Como los filamentos del Ejemplo comparativo 3 tuvieron muchos trozos de pelusa, la capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de tejido fue escasa. Los resultados del Ejemplo comparativo 3 se muestran en la Tabla 2.

15

20

[0239] Como puede apreciarse de la comparación entre los Ejemplos de trabajo 1 a 6 y el Ejemplo comparativo 3, si se emplea un procedimiento de polimerización por calor preferido, puede producirse una resina de poliamida 56 con $[\text{NH}_2]/([\text{NH}_2] + [\text{COOH}])$ mantenida en un intervalo preferido, y sólo si la resina de poliamida 56 se polimeriza adicionalmente por un procedimiento de polimerización en fase sólida preferido, para obtener otra resina de poliamida 56 polimerizada y esta resina de poliamida 56 se usa para formar filamentos, entonces los filamentos de poliamida 56 obtenida pueden tener una pequeña relación de Mw/Mn.

25

[0240] Además, los filamentos de poliamida 56 de Mw/Mn pequeña podrían tener mayor resistencia y baja tasa de encogimiento alcanzada por tratamiento con agua hirviendo y también podrían tener alta resistencia después del tratamiento con agua hirviendo. La razón se considera que es que si Mw/Mn es más pequeña, las cadenas moleculares de poliamida 56 pueden orientarse uniformemente y suficientemente en el procedimiento de estirado, mientras que la eficiente formación de cristales se produce en el tratamiento por calor sobre el rodillo final. También puede observarse que filamentos de Mw/Mn más pequeña proporcionan filamentos con mayor resistencia también después del tratamiento con agua hirviendo, y que como los hilos componentes de la tela de airbag también tienen alta resistencia, la tela de airbag adquiere alta resistencia a la tracción y tenacidad al rasgado y excelente capacidad para ser inflado.

30

35

[0241] Además, las telas de airbag de los Ejemplos de trabajo 1 a 6 tienen propiedades mecánicas suficientes y tienen menor resistencia a la flexión y capacidad de acomodación y capacidad de absorción de impactos más excelentes que la tela de airbag del Ejemplo de referencia 1.

[Tabla 2]

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 2	Ejemplo de trabajo 3	Ejemplo de trabajo 4	Ejemplo de trabajo 5	Ejemplo de trabajo 6	Ejemplo comparativo 3	
Filamentos	-	N56	N56	N56	N56	N56	N56	N56	
	Polímero usado	3,82	3,84	3,83	3,80	3,80	3,80	3,72	
	Viscosidad relativa en ácido sulfúrico	2,21	2,56	2,73	2,88	2,90	2,91	3,24	
	Mw/Mn	350	350	350	350	350	350	350	
	Finura global	136	136	136	136	136	136	136	
	Número de filamentos	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
	Finura de monofibra	9,0	8,8	8,5	8,2	8,2	8,1	6,9	
	Resistencia	23	22	22	22	22	22	27	
	Tasa de alargamiento	12,0	13,2	14,9	16,4	16,8	17,3	21,3	
	Tasa de encogimiento después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos								
	Resistencia después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	7,9	7,6	7,2	6,9	6,8	6,7	4,6
	Tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	Número de veces de rotura del hilo	veces/100 kg	0	0	0	1	1	1	38
Tela de alibag	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de urdimbre)	%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de trama)	%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Finura global de cada hilo componente (urdimbre)	dtex	391	395	401	406	408	409	423
	Finura global de cada hilo componente (trama)	dtex	391	395	401	406	408	409	423
	Finura de monofibra en cada hilo componente (urdimbre)	dtex	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1
	Finura de monofibra en cada hilo componente (trama)	dtex	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1
	Resistencia de hilos componentes (urdimbre)	cN/dtex	8,0	7,7	7,2	6,9	6,9	6,7	4,6
	Resistencia de hilos componentes (trama)	cN/dtex	8,0	7,6	7,3	6,9	6,9	6,7	4,7
	Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (urdimbre)	cN/dtex	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (trama)	cN/dtex	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Resistencia a la tracción (dirección de urdimbre)	N/cm	693	685	654	634	633	625	456	

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 2	Ejemplo de trabajo 3	Ejemplo de trabajo 4	Ejemplo de trabajo 5	Ejemplo de trabajo 6	Ejemplo comparativo 3
Resistencia a la tracción (dirección de trama)	N/cm	701	688	658	633	633	623	461
Tenacidad al rasgado (dirección de urdimbre)	N	253	241	243	235	235	235	175
Tenacidad al rasgado (dirección de trama)	N	245	245	237	231	231	231	168
Número de hilos de urdimbre	hilos/2,54 cm	59	59	59	59	59	59	59
Número de hilos de trama	hilos/2,54 cm	59	59	59	59	59	59	59
Factor de cobertura	-	2213	2225	2242	2256	2260	2265	2303
Resistencia a la flexión (dirección de urdimbre)	mm	54	55	56	57	56	57	61
Resistencia a la flexión (dirección de trama)	mm	53	55	55	56	57	57	60
Permeabilidad al aire	cc/cm ² /s	18	23	21	20	21	21	45
Capacidad de acomodación	-	80	82	83	86	86	86	88
Capacidad de absorción de impactos	-	75	77	80	84	84	84	87
Capacidad para ser inflado	-	100	100	100	99	99	99	67

(Ejemplo de trabajo 7)

[0242] Cuando se produjeron filamentos de poliamida 56 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, en el momento de tiempo en el que la temperatura en el reactor de polimerización alcanzó 160°C en la polimerización en fase sólida, la resina de poliamida 56 se sacó. La resina de poliamida 56 se usó para producir filamentos de poliamida 65 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que las velocidades del primer y segundo rodillos se ajustaron para garantizar que los filamentos obtenidos pudieran tener una tasa de alargamiento del 23%. En este caso, la velocidad del segundo rodillo fue 1,02 veces la velocidad del primer rodillo. La moldeabilidad del hilo fue excelente, y los filamentos fueron pocos trozos de pelusa como 0,2 trozos/100.000 m, teniendo buen aspecto superficial.

[0243] Los filamentos del Ejemplo de trabajo 7 se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que la tela de airbag obtenida después del desengrasado, secado y fijación final pudiera tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fue 53 hilos/2,54 cm cada uno. La capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de tejido fue buena. Los resultados del Ejemplo de trabajo 7 se muestran en la Tabla 3.

(Ejemplo comparativo 4)

[0244] En el Ejemplo de trabajo 1, la resina de poliamida 56 obtenida por polimerización por calor no se sometió a polimerización en fase sólida, y se secó a vacío por una secadora a vacío a una temperatura de 90°C en la secadora, y el polímero secado se secó hasta que el contenido de agua llegó a 300 rpm.

[0245] Además, dicho polímero se usó para producir filamentos de poliamida 56 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1. La moldeabilidad del hilo del Ejemplo comparativo 4 fue inferior a que del Ejemplo de trabajo 1, pero prácticamente no tuvo ningún problema. El número de trozos de pelusa de los filamentos fue 0,6 trozos/100.000 m, un nivel aceptable.

[0246] Además, los filamentos de poliamida 56 del Ejemplo comparativo 4 se usaron para producir una tela de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que la tela de airbag obtenida después del desengrasado, secado y fijación final pudiera tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 53 hilos/2,54 cm cada uno. Los filamentos del Ejemplo comparativo 4 tuvieron baja resistencia y produjeron rotura del hilo en el procedimiento de tejido, teniendo baja capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento. Los resultados del Ejemplo comparativo 4 se muestran en la Tabla 3.

[0247] Como puede apreciarse de la comparación entre los Ejemplos de trabajo 1 y 7 y el Ejemplo comparativo 4, los filamentos de la presente invención tienen alta resistencia, ya que la viscosidad relativa en ácido sulfúrico es 3 o mayor. La razón se considera que es que una alta viscosidad relativa en ácido sulfúrico produce un efecto que hace que aumenten las interacciones entre las cadenas moleculares para hacer que las cadenas moleculares sean uniformemente y altamente orientadas en el procedimiento de hilado y estirado, y que la cristalización puede lograrse sin permitir que el rodillo calentado final relaje la orientación.

[0248] Además, puede observarse lo siguiente. Como los filamentos de los Ejemplos de trabajo 1 y 7 tienen alta resistencia, tienen excelente capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de tejido, y los filamentos tienen suficiente resistencia incluso después del tratamiento con agua hirviendo. Por tanto, la tela de airbag encogida por calor en el procedimiento de producción tiene excelentes propiedades mecánicas y también excelente flexibilidad y capacidad de absorción de impactos. Como los filamentos del Ejemplo comparativo 4 tienen baja resistencia, tienen escasa capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de tejido, y también tienen baja resistencia después del tratamiento con agua hirviendo. Por tanto, la tela de airbag tiene baja resistencia de los hilos componentes de la misma e insuficientes propiedades mecánicas, teniendo por tanto también inferior capacidad para ser inflado.

[Tabla 3]

	Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de referencia 7	Ejemplo comparativo 4
Filamentos	Polímero usado	-	N56	N56	N56
	Viscosidad relativa en ácido sulfúrico	-	3,82	3,30	2,71
	Mw/Mn	-	2,21	2,19	2,17
	Finura global	dtex	350	350	350
	Número de filamentos	-	136	136	136
	Finura de monofibra	dtex	2,6	2,6	2,6
	Resistencia	cN/dtex	9,0	8,6	5,4
	Tasa de alargamiento	%	23	23	27
	Tasa de encogimiento después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos	%	12,0	11,5	12,0
	Resistencia después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	7,9	7,6	4,8
	Tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	0,8	0,8	0,7
	Número de veces de rotura del hilo	veces/100 kg	0	1	1
	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de urdimbre)	%	0,3	0,3	0,3
	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de trama)	%	0,3	0,3	0,3
Tela de airbag	Finura global de cada hilo componente (urdimbre)	dtex	391	389	391
	Finura global de cada hilo componente (trama)	dtex	391	389	391
	Finura de monofibra en cada hilo componente (urdimbre)	dtex	2,9	2,9	2,9
	Finura de monofibra en cada hilo componente (trama)	dtex	2,9	2,9	2,9
	Resistencia de hilos componentes (urdimbre)	cN/dtex	8,0	7,6	4,8
	Resistencia de hilos componentes (trama)	cN/dtex	8,0	7,6	4,8
	Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (urdimbre)	cN/dtex	1,0	1,0	0,9
	Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (trama)	cN/dtex	1,0	1,1	0,9
	Resistencia a la tracción (dirección de urdimbre)	N/cm	693	652	401
	Resistencia a la tracción (dirección de trama)	N/cm	701	661	411
	Tenacidad al rasgado (dirección de urdimbre)	N	253	231	161
Tenacidad al rasgado (dirección de trama)	N	245	239	165	
Número de hilos de urdimbre	hilos/2,54 cm	59	59	59	

	Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de referencia 7	Ejemplo comparativo 4
	Número de hilos de trama	hilos/2,54 cm	59	59	59
	Factor de cobertura	-	2213	2208	2213
	Resistencia a la flexión (dirección de urdimbre)	mm	54	56	54
	Resistencia a la flexión (dirección de trama)	mm	53	57	55
	Permeabilidad al aire	cc/cm ² /s	18	22	44
	Capacidad de acomodación	-	80	83	82
	Capacidad de absorción de impactos	-	75	78	77
	Capacidad para ser inflado	-	100	100	61

(Ejemplos de trabajo 8 y 9 y Ejemplo comparativo 5)

5 **[0249]** Los filamentos de poliamida 56 de los Ejemplos de trabajo 8 y 9 y el Ejemplo comparativo 5 se produjeron como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que se cambió la temperatura del quinto rodillo. Las temperaturas de los quintos rodillos de los Ejemplos de trabajo 8 y 9 y el Ejemplo comparativo 5 se muestran a continuación. En todos los ejemplos, la moldeabilidad del hilo fue buena, y el número de trozos de pelusa fue 0,2 trozos/100.000 m, un nivel sin ningún problema.

10 **Ejemplo de trabajo 8:** 235°C

Ejemplo de trabajo 9: 218°C

Ejemplo comparativo 5: 200°C

15 **[0250]** Además, los filamentos de los Ejemplos de trabajo 8 y 9 y el Ejemplo comparativo 5 se usaron para producir telas de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que las telas de airbag obtenidas después del desengrasado, secado y fijación final pudieran tener 59 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 55 hilos/2,54 cm cada uno en el Ejemplo de trabajo 8, 52 hilos/2,54 cm cada uno en el Ejemplo de trabajo 9 y 49 hilos/2,54 cm cada uno en el Ejemplo comparativo 5. En los Ejemplos de trabajo 8 y 9, la capacidad de experimentar sin problemas el procedimiento de tejido fue bueno. Los resultados de los Ejemplos de trabajo 8 y 9 se muestran en la Tabla 4.

25 **[0251]** Como puede apreciarse de la comparación entre los Ejemplos de trabajo 1, 8 y 9 y el Ejemplo comparativo 5, si los filamentos de poliamida 56 tienen el 20% o menor tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo, los filamentos tienen alta resistencia incluso después del tratamiento con agua hirviendo. La razón se considera que es que como las cadenas amorfas que existen en los filamentos fueron contenidas por fases cristalinas, el grado de orientación de las cadenas amorfas podría mantenerse alto incluso después del tratamiento con agua hirviendo. Las telas de airbag obtenidas de los filamentos de los Ejemplos de trabajo 1, 8 y 9 tuvieron resistencia de los hilos componentes de las mismas y propiedades mecánicas suficientes, por tanto, excelente capacidad para ser infladas. Además, como los hilos componentes tuvieron baja tensión al 10% de alargamiento, las telas de airbag también tuvieron excelente flexibilidad y capacidad de absorción de impactos.

35 **[0252]** Como los filamentos del Ejemplo comparativo 4 tuvieron alta tasa de encogimiento por tratamiento con agua hirviendo, tuvieron baja resistencia incluso después del tratamiento con agua hirviendo, y la tela de airbag tratada por calor también tuvo baja resistencia de los hilos componentes de la misma y, por tanto, propiedades mecánicas insuficientes e inferior capacidad para ser inflado.

[Tabla 4]

	Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 8	Ejemplo de trabajo 9	Ejemplo comparativo 5
Filamentos	Polímero usado	-	N56	N56	N56	N56
	Viscosidad relativa en ácido sulfúrico	-	3,82	3,82	3,82	3,82
	Mw/Mn	-	2,21	2,21	2,21	2,21
	Finura global	dtex	350	350	350	350
	Número de filamentos	-	136	136	136	136
	Finura de monofibra	dtex	2,6	2,6	2,6	2,6
	Resistencia	cN/dtex	9,0	9,1	8,7	7,2
	Tasa de alargamiento	%	23	22	24	27
	Tasa de encogimiento después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos	%	12,0	9,0	14,7	22
	Resistencia después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	7,9	8,3	7,3	4,9
	Tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	0,8	0,9	0,8	0,7
	Número de veces de rotura del hilo	veces/100 kg	0	1	1	1
	Telas de airbag	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de urdimbre)	%	0,3	0,3	0,3
Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de trama)		%	0,3	0,3	0,3	0,3
Finura global de cada hilo componente (urdimbre)		dtex	391	380	400	426
Finura global de cada hilo componente (trama)		dtex	391	380	400	426
Finura de monofibra en cada hilo componente (urdimbre)		dtex	2,9	2,8	2,9	3,1
Finura de monofibra en cada hilo componente (trama)		dtex	2,9	2,8	2,9	3,1
Resistencia de hilos componentes (urdimbre)		cN/dtex	8,0	8,3	7,4	4,8
Resistencia de hilos componentes (trama)		cN/dtex	8,0	8,3	7,5	4,9
Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (urdimbre)		cN/dtex	1,0	1,0	1,0	1,0
Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (trama)		cN/dtex	1,0	1,0	1,0	1,0
Resistencia a la tracción (dirección de urdimbre)		N/cm	693	693	654	456

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 8	Ejemplo de trabajo 9	Ejemplo comparativo 5
Resistencia a la tracción (dirección de trama)	N/cm	701	698	662	467
Tenacidad al rasgado (dirección de urdimbre)	N	253	235	221	167
Tenacidad al rasgado (dirección de trama)	N	245	231	228	171
Número de hilos de urdimbre	hilos/2,54 cm	59	59	59	59
Número de hilos de trama	hilos/2,54 cm	59	59	59	59
Factor de cobertura	-	2213	2183	2240	2310
Resistencia a la flexión (dirección de urdimbre)	mm	54	52	55	61
Resistencia a la flexión (dirección de trama)	mm	53	51	54	62
Permeabilidad al aire	cc/cm ² /s	18	21	22	18
Capacidad de acomodación	-	80	79	83	90
Capacidad de absorción de impactos	-	75	75	81	88
Capacidad para ser inflado	-	100	100	100	80

(Ejemplos de trabajo 10 y 11)

5 **[0253]** La tela tejida que tiene 53 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama y un factor de cobertura de 1881 obtenida en el Ejemplo de trabajo 1 se peinó, se secó y finalmente se fijó para obtener las telas de airbag de los Ejemplos de trabajo 10 y 11. En este caso, la tela tejida del Ejemplo de trabajo 10 se puso en agua caliente que contenía 0,5 g/l de dodecilsulfonato de sodio y 0,5 g/l de carbonato sódico, para ser peinada en un estado relajado, pudiendo ser encogida por calor (temperatura del agua caliente 70°C, tiempo de tratamiento 1 minuto), y posteriormente se secó en un estado relajado a 130°C durante 1 minuto, y finalmente se fijó a 180°C durante 1 minuto a la vez que se limitó el encogimiento en las direcciones de urdimbre y de trama de la tela tejida. La tela de airbag del Ejemplo de trabajo 10 fue 58 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama y tuvo 1,5% de tasas de encogimiento (en direcciones de urdimbre y de trama) de la tela sometida a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos.

15 **[0254]** En el Ejemplo de trabajo 11, el tratamiento de desengrasado se realizó a una temperatura de agua caliente de 60°C durante 1 minuto, y el tratamiento de secado se realizó en un estado relajado a 130°C durante 1 minuto. La tela tejida se fijó finalmente a 150°C durante 1 minuto a la vez que se limitó el encogimiento en las direcciones de urdimbre y de trama de la misma. La tela de airbag del Ejemplo de trabajo 11 tuvo 57 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama y tuvo 2,7% de tasas de encogimiento (en las direcciones de urdimbre y de trama) de la tela sometida a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos. Los resultados de los Ejemplos de trabajo 10 y 11 se muestran en la Tabla 5.

20 **[0255]** Como puede apreciarse de la comparación entre los Ejemplos de trabajo 1, 10 y 11, si la tasa de encogimiento de la tela de airbag de la presente invención por tratamiento con agua hirviendo es inferior, los hilos componentes tienen menor tensión al 10% de alargamiento, y la tela de airbag es más flexible y tiene capacidad de absorción de impactos más excelente. La razón se considera que es que mucha agua atravesó los filamentos mientras que los hilos componentes que constituyen la tela se trataron con calor húmedo en el procedimiento de producción, para dar un efecto de debilitar adecuadamente las fuerzas de enlace de hidrógeno intermoleculares.

[Tabla 5]

	Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 10	Ejemplo de trabajo 11
Filamentos	Polímero usado	-	N56	N56	N56
	Viscosidad relativa en ácido sulfúrico	-	3,82	3,82	3,82
	Mw/Mn	-	2,21	2,21	2,21
	Finura global	dtex	350	350	350
	Número de filamentos	-	136	136	136
	Finura de monofibra	dtex	2,6	2,6	2,6
	Resistencia	cN/dtex	9,0	9,0	9,0
	Tasa de alargamiento	%	23	23	23
	Tasa de encogimiento después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos	%	12,0	12,0	12,0
	Resistencia después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	7,9	7,9	7,9
	Tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo	cN/dtex	0,8	0,8	0,8
	Número de veces de rotura del hilo	veces/100 kg	0	0	0
	Teas de airbag	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de urdimbre)	%	0,3	1,5
Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de trama)		%	0,3	1,5	2,7
Finura global de cada hilo componente (urdimbre)		dtex	391	386	382
Finura global de cada hilo componente (trama)		dtex	391	386	382
Finura de monofibra en cada hilo componente (urdimbre)		dtex	2,9	2,8	2,8
Finura de monofibra en cada hilo componente (trama)		dtex	2,9	2,8	2,8
Resistencia de hilos componentes (urdimbre)		cN/dtex	8,0	8,1	8,2
Resistencia de hilos componentes (trama)		cN/dtex	8,0	8,1	8,2
Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (urdimbre)		cN/dtex	1,0	1,4	1,9
Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (trama)		cN/dtex	1,0	1,4	1,9
Resistencia a la tracción (dirección de urdimbre)		N/cm	693	692	687
Resistencia a la tracción (dirección de trama)		N/cm	701	690	690
Tenacidad al rasgado (dirección de urdimbre)		N	253	245	255
Tenacidad al rasgado (dirección de trama)	N	245	241	248	
Número de hilos de urdimbre	hilos/2,54 cm	59	58	57	
Número de hilos de trama	hilos/2,54 cm	59	58	57	

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 10	Ejemplo de trabajo 11
Factor de cobertura	-	2213	2163	2113
Resistencia a la flexión (dirección de urdimbre)	mm	54	62	69
Resistencia a la flexión (dirección de trama)	mm	53	61	68
Permeabilidad al aire	cc/cm ² /s	18	23	25
Capacidad de acomodación	-	80	86	97
Capacidad de absorción de impactos	-	75	92	99
Capacidad para ser inflado	-	100	100	100

(Ejemplos de trabajo 12 y 13 y Ejemplo comparativo 6)

5 **[0256]** Se produjeron filamentos de poliamida 56 de los Ejemplos de trabajo 12 y 13 y el Ejemplo comparativo 6 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que se cambió la hilera usada. Además, las telas de airbag de los Ejemplos de trabajo 12 y 13 y el Ejemplo comparativo 6 se produjeron como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1. Las hileras usadas en los Ejemplos de trabajo 12 y 13 y el Ejemplo comparativo 6 se muestran a continuación, y los resultados de los Ejemplos de trabajo 12 y 13 y el Ejemplo comparativo 6 se muestran en la Tabla 6.

10 • Hilera del Ejemplo de trabajo 12: 256 orificios, cada uno con un diámetro de 0,15 mm y una profundidad de orificio de 0,3 mm

15 • Hilera del Ejemplo de trabajo 13: 80 orificios, cada uno con un diámetro de orificio de 0,23 mm y una profundidad de orificio de 0,45 mm

• Hilera del Ejemplo comparativo 6: 48 orificios, cada uno con un diámetro de orificio de 0,3 mm y una profundidad de orificio de 0,6 mm

20 **[0257]** Como puede apreciarse de la comparación entre los Ejemplos de trabajo 1, 12 y 13 y el Ejemplo comparativo 6, si los filamentos de poliamida 56 tienen una finura de monofibra mantenida en el intervalo de la presente invención, puede obtenerse una tela de airbag de excelentes propiedades mecánicas, flexibilidad y capacidad de absorción de impactos con buen equilibrio. La tela del Ejemplo comparativo 6 tuvo alta resistencia, pero tuvo flexibilidad insuficiente en comparación con las telas de los ejemplos de trabajo, teniendo inferior capacidad de acomodación y capacidad de absorción de impactos.

[Tabla 6]

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 12	Ejemplo de trabajo 13	Ejemplo comparativo 6	
Filamentos	-	N56	N56	N5 6	N56	
	-	3,82	3,82	3,82	3,87	
	-	2,21	2,25	2,23	2,23	
	dtex	350	350	350	350	
	-	136	256	80	48	
	dtex	2,6	1,4	4,4	7,3	
	cN/dtex	9,0	8,7	9,0	9,1	
	%	23	22	22	22	
	%	12,0	12,2	12,0	12,3	
	cN/dtex	7,9	7,6	7,9	8,0	
	cN/dtex	0,8	0,8	0,8	0,8	
	veces/100 kg	0	0	0	1	
	Telas de airbag	%	0,3	0,3	0,3	0,3
		%	0,3	0,3	0,3	0,3
dtex		391	392	391	392	
dtex		391	392	391	392	
dtex		2,9	1,5	4,9	8,2	
dtex		2,9	1,5	4,9	8,2	
cN/dtex		8,0	7,7	8,0	8,0	
cN/dtex		8,0	7,6	8,0	8,0	
cN/dtex		1,0	1,0	1,0	1,1	
cN/dtex		1,0	1,0	1,0	1,1	
N/cm		693	665	690	685	
N/cm		701	657	689	698	
N		253	221	253	249	
N		245	233	245	254	
hilos/2,54 cm	59	59	59	59		

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 12	Ejemplo de trabajo 13	Ejemplo comparativo 6
Número de hilos de trama	hilos/2,54 cm	59	59	59	59
Factor de cobertura	-	2213	2215	2213	2216
Resistencia a la flexión (dirección de urdimbre)	mm	54	42	68	93
Resistencia a la flexión (dirección de trama)	mm	53	43	69	94
Permeabilidad al aire	cc/cm ² /s	18	16	20	33
Capacidad de acomodación	-	80	76	95	114
Capacidad de absorción de impactos	-	75	73	94	119
Capacidad para ser inflado	-	100	100	100	95

(Ejemplos de trabajo 14 y 15)

5 **[0258]** Se produjeron filamentos de poliamida 56 de los Ejemplos de trabajo 14 y 15 como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que se cambió la finura global de los filamentos obtenidos. En este caso, la finura global de filamentos se cambió ajustando la cantidad descargada. Además, el número de orificios de la hilera se cambió para hacer la finura de monofibra de filamentos igual a la del Ejemplo de trabajo 1. Los valores de la finura global y los números de orificios de hileras usados en los Ejemplos de trabajo 14 y 15 se muestran a continuación.

- 10
- Finura global del Ejemplo de trabajo 14: 170 dtex
 - Número de orificios de la hilera del Ejemplo de trabajo 14: 65
 - Finura global del Ejemplo de trabajo 15: 605 dtex
 - Número de orificios de la hilera del Ejemplo de trabajo 15: 236

15 **[0259]** Los filamentos de los Ejemplos de trabajo 14 y 15 se usaron para producir telas de airbag como se ha descrito en el Ejemplo de trabajo 1, excepto que el número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua se ajustaron para garantizar que la tela de airbag obtenida después del desengrasado, secado y fijación final pudiera tener 85 hilos/2,54 cm cada una como hilos de urdimbre e hilos de trama en el Ejemplo de trabajo 14, y 45 hilos/2,54 cm cada una en el Ejemplo de trabajo 15. El número de hilos de urdimbre y el número de hilos de trama del telar de chorro de agua ajustado fueron 77 hilos/2,54 cm cada uno en el Ejemplo de trabajo 14, y 41 hilos/2,54 cm cada uno. Además, el espesor de la tela del Ejemplo de trabajo 14 fue 0,18 mm, y el espesor de la tela del Ejemplo de trabajo 15 fue 0,43 mm. Los resultados de los Ejemplos de trabajo 14 y 15 se muestran en la Tabla 7.

20

25 **[0260]** Como puede apreciarse de la comparación entre los Ejemplos de trabajo 1 y los Ejemplos de trabajo 14 y 15, si la finura global de filamentos de poliamida 56 está en el intervalo de la presente invención, puede obtenerse una tela de airbag de excelentes propiedades mecánicas, flexibilidad y capacidad de absorción de impactos con buen equilibrio. La tela de airbag del Ejemplo de trabajo 14 tuvo pequeño espesor y buena flexibilidad y capacidad de acomodación, teniendo propiedades adecuadas para su uso como airbags de cortina, etc. Por otra parte, la tela de airbag del Ejemplo de trabajo 15 tuvo gran espesor e insuficiente flexibilidad, teniendo capacidad de acomodación inferior en comparación con las telas de airbag de otros ejemplos de trabajo, pero aplicable como airbags para las rodillas, etc.

30

[Tabla 7]

Punto	Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 14	Ejemplo de trabajo 15
Filamento	Polímero usado	N56	N56	N56
	Viscosidad relativa en ácido sulfúrico	3,82	3,87	3,87
	Mw/Mn	2,21	2,23	2,23
	Finura global	350 dtex	170	605
	Número de filamentos	136	65	236
	Finura de monofibra	2,6 dtex	2,6	2,6
	Resistencia	9,0 cN/dtex	8,3	8,7
	Tasa de alargamiento	23 %	22	22
	Tasa de encogimiento después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos	12,0 %	12,0	12,0
	Resistencia después del tratamiento con agua hirviendo	7,9 cN/dtex	7,3	7,7
	Tensión al 10% de alargamiento después del tratamiento con agua hirviendo	0,8 cN/dtex	0,9	0,9
	Número de veces de rotura del hilo	0 veces/100 kg	1	1
	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de urdimbre)	0,3 %	0,3	0,3
	Tasa de encogimiento de la tela por tratamiento con agua hirviendo (dirección de trama)	0,3 %	0,3	0,3
	Telas de airbag	Finura global de cada hilo componente (urdimbre)	391 dtex	190
Finura global de cada hilo componente (trama)		391 dtex	190	676
Finura de monofibra en cada hilo componente (urdimbre)		2,9 dtex	2,9	2,9
Finura de monofibra en cada hilo componente (trama)		2,9 dtex	2,9	2,9
Resistencia de hilos componentes (urdimbre)		8,0 cN/dtex	7,3	7,7
Resistencia de hilos componentes (trama)		8,0 cN/dtex	7,3	7,7
Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (urdimbre)		1,0 cN/dtex	1,1	1,0
Tensión al 10% de alargamiento de hilos componentes (trama)		1,0 cN/dtex	1,0	1,1
Resistencia a la tracción (dirección de urdimbre)		693 N/cm	417	767
Resistencia a la tracción (dirección de trama)		701 N/cm	421	783
Tenacidad al rasgado (dirección de urdimbre)		253 N	165	214
Tenacidad al rasgado (dirección de trama)		245 N	153	209
Número de hilos de urdimbre		59 hilos/2,54 cm	85	45
Número de hilos de trama		59 hilos/2,54 cm	85	45

Punto		Unidad	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 14	Ejemplo de trabajo 15
Factor de cobertura		-	2213	2222	2219
Resistencia a la flexión (dirección de urdimbre)		mm	54	45	107
Resistencia a la flexión (dirección de trama)		mm	53	47	102
Permeabilidad al aire		cc/cm ² /s	18	23	36
Capacidad de acomodación		-	80	70	127
Capacidad de absorción de impactos		-	75	73	119
Capacidad para ser inflado		-	100	73	93

[Aplicabilidad industrial]

5 **[0261]** Como los filamentos de poliamida 56 de la presente invención contienen una poliamida 56 que es un plástico de biomasa, son un material respetuoso con el medioambiente. Además, como los filamentos tienen excelentes propiedades mecánicas, resistencia al calor, resistencia al desgaste y durabilidad, pueden usarse ampliamente para ropa y aplicaciones industriales y también pueden usarse como estructuras de fibra que contienen los filamentos.

10 **[0262]** Además, dichos filamentos pueden encogerse por calor por un medio tal como tratamiento con calor húmedo en filamentos que tienen alta resistencia y bajo módulo elástico. Si tales filamentos se tejen en una tela tejida y la tela tejida es tratada por calor por desengrasado y fijación final, etc., entonces la tela tejida es superior en flexibilidad y capacidad de absorción de impactos a la tela tejida formada de filamentos de poliamida 66 convencionales y también excelente en baja permeabilidad al aire, alta resistencia, resistencia al calor y durabilidad, siendo adecuada para airbags.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Filamentos de poliamida 56 caracterizados porque tienen una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 (medida a una concentración de 0,25 g/100 ml de ácido sulfúrico del 98% en peso a 25°C), una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3, una finura de monofibra de 0,1 a 7 dtex, una resistencia de 7 a 12 cN/dtex, una tasa de encogimiento del 5 al 20% después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos, una resistencia de 5 a 11 cN/dtex después del tratamiento con agua hirviendo y una tensión al 10% de alargamiento de 0,3 a 1,5 cN/dtex después del tratamiento con agua hirviendo.
- 10 2. Filamentos de poliamida 56 según la reivindicación 1 que tienen una finura global de 200 a 600 dtex.
3. Una estructura de fibra que comprende los filamentos de poliamida 56 como se exponen en la reivindicación 1 ó 2.
- 15 4. Una tela de airbag que contiene filamentos de poliamida 56 que tienen una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 (medida a una concentración de 0,25 g/100 ml de ácido sulfúrico del 98% a 25°C) y una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3, teniendo la tela una tasa de encogimiento del 0 al 3% después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos, una finura global de 200 a 600 dtex en cada hilo componente de la misma, una finura de monofibra de 0,1 a 7 dtex en cada hilo componente de la misma, una resistencia de 5 a 10 cN/dtex en cada hilo componente de la misma y una tensión al 10% de alargamiento de 0,3 a 2 cN/dtex en cada hilo componente de la misma.
- 20 5. Un procedimiento para producir filamentos de poliamida 56 que comprende las etapas de formar fibras hiladas con una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 (medida a una concentración de 0,25 g/100 ml de ácido sulfúrico del 98% a 25°C) y una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3, solidificar las fibras hiladas por aire de refrigeración, posteriormente aplicar un aceite libre de agua, absorber a 300 a 2000 m/min, posteriormente estirar a una relación de estiramiento tal de manera que se garantice que los filamentos obtenidos puedan tener una tasa de alargamiento del 10 al 50%, tratar con calor con la temperatura del rodillo de tratamiento por calor final mantenida a 210 a 250°C, posteriormente relajar a una relación de relajamiento de 0,8 a 0,95, y posteriormente bobinar.
- 25 6. Un procedimiento para producir una tela de airbag que comprende la etapa de aplicar tratamiento con calor húmedo a la tela tejida que contiene los filamentos de poliamida 56 como se expone en la reivindicación 2, para encogerla por calor.
- 30 7. Una resina de poliamida 56 caracterizada porque tiene una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 (medida a una concentración de 0,25 g/100 ml de ácido sulfúrico del 98% a 25°C) y una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3.
- 35 8. Gránulos de resina de poliamida 56 que tienen una viscosidad relativa en ácido sulfúrico de 3 a 8 (medida a una concentración de 0,25 g/100 ml de ácido sulfúrico del 98% a 25°C), una relación de Mw/Mn de 1,5 a 3 y un tamaño de gránulo de 2 a 70 mg/gránulo.
- 40 9. Filamentos de poliamida 56 que comprenden al menos el 90% en peso de la resina de poliamida 56 como se expone en la reivindicación 7.
- 45 10. Filamentos de poliamida 56 según la reivindicación 9 que tienen una finura de monofibra de 0,1 a 7 dtex, una tasa de encogimiento del 5 al 20% después de haberse sometido a tratamiento con agua hirviendo a 98°C durante 30 minutos, y una resistencia de 5 a 11 cN/dtex después del tratamiento con agua hirviendo.
- 50 11. Una tela de airbag que comprende los filamentos de poliamida 56 como se expone en la reivindicación 9 ó 10.
- 55 12. Un procedimiento para producir una resina de poliamida 56 compuesta por 1,5-pentametilendiamina y ácido adípico que es adecuado para producir filamentos según la reivindicación 1, procedimiento que comprende las etapas de someter los materiales de partida con la relación del número de moles de 1,5-pentametilendiamina con respecto al número de moles de ácido adípico mantenida en un intervalo de 0,95 a 1,05 a una polimerización por presión-calor en presencia de agua, para producir gránulos de una resina que tienen las siguientes propiedades (1) a (3), posteriormente agitar dichos gránulos con la temperatura en el reactor mantenida en un intervalo de 130 a 200°C mientras que se reduce la presión a 133 Pa o inferior, y realizar la polimerización en fase sólida durante 1 a 48 horas.
- 60 (1) Viscosidad relativa en ácido sulfúrico: 2,9 o inferior (medida a una concentración de 0,25 g/100 ml de ácido sulfúrico del 98% a 25°C)

$$(2) 0,3 \leq [\text{NH}_2]/([\text{NH}_2] + [\text{COOH}]) \leq 0,7$$

[NH₂]: Concentración de grupos terminales amino en la resina de poliamida 56 sometida a polimerización en fase sólida (eq/ton)

5

[COOH]: Concentración de grupos terminales carboxilo en la resina de poliamida 56 sometida a polimerización en fase sólida (eq/ton)

10

(3) Tamaños de gránulo: 2 a 70 mg/gránulo

15

13. Un procedimiento para producir una resina de poliamida 56 según la reivindicación 12, en el que la 1,5-pentametildiamina se sintetiza a partir de un compuesto derivado de biomasa por una o más reacciones seleccionadas de reacción enzimática, reacción con levadura y reacción de fermentación.
14. Un procedimiento para producir una resina de poliamida 56 según la reivindicación 13, en el que el compuesto derivado de biomasa es una glucosa y/o lisina.

Fig.1

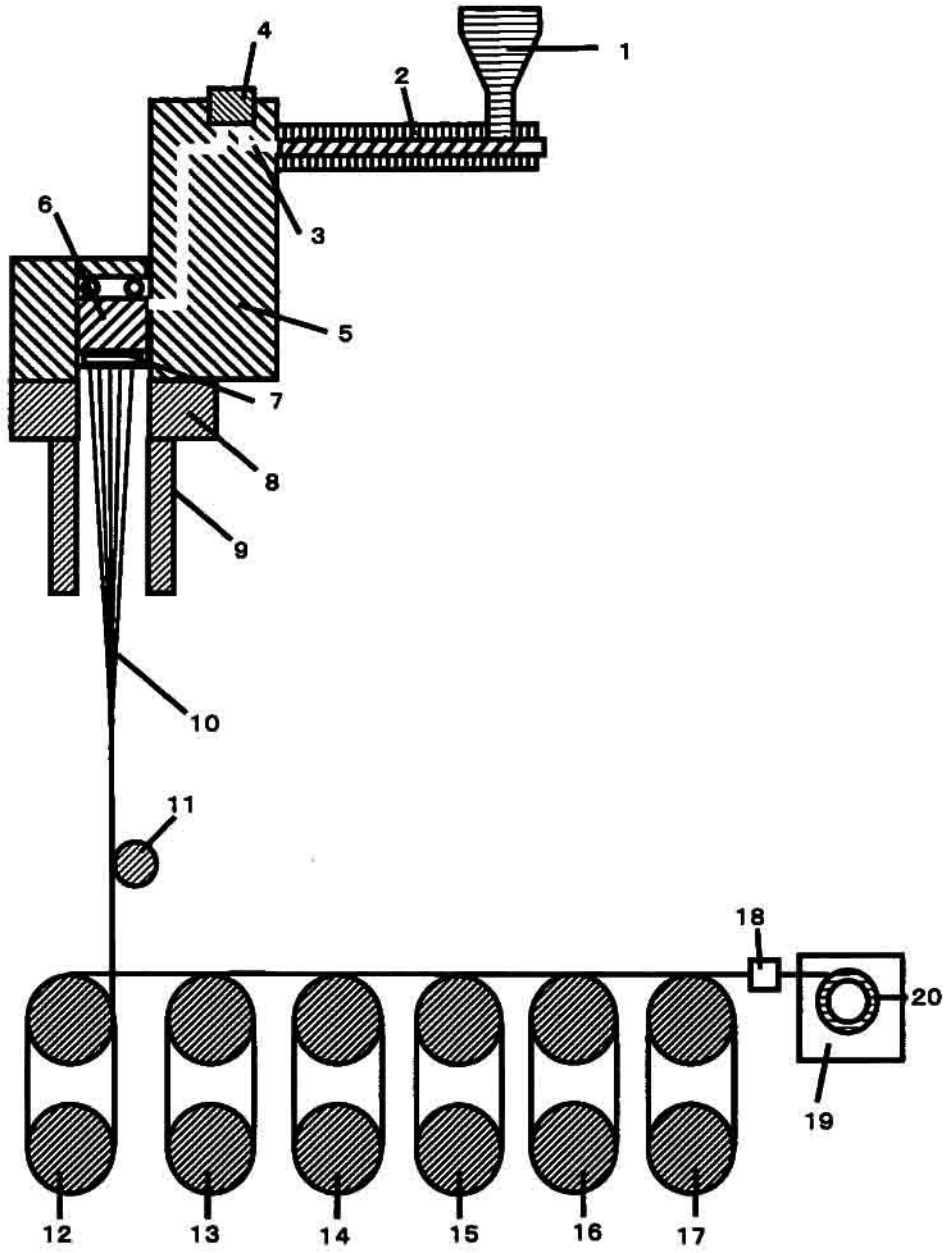


Fig.2

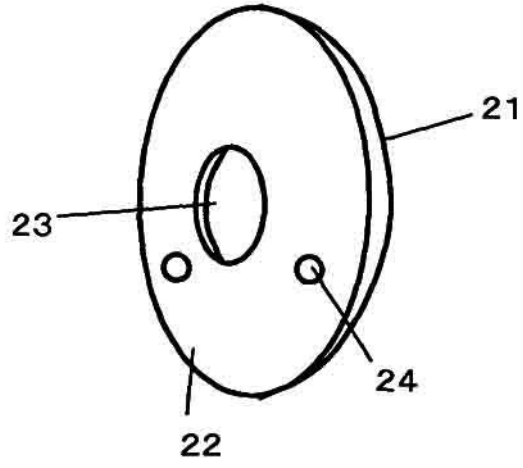


Fig.3

