

As. 105.291

Señor

DIRECTOR DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

E.

S.

D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-109912- -00008-0000

Fecha: 2012-03-05 16:22:53 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR  
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO  
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 39

REF: Expediente No. 07 109912– solicitud de patente de invención a favor de POLYMER GROUP, INC. Título PROCESO PARA PRODUCIR FIBRAS CON DIÁMETROS INFERIORES A UN MICRÓMETRO.

## **RESPUESTA A EXAMEN DE FONDO**

**JUAN PABLO CADENA SARMIENTO**, portador de la tarjeta profesional No. 57.492 del C.S.J., obrando como apoderado de la sociedad solicitante me permito dar respuesta al oficio número 19135 relacionado con la patentabilidad de la presente invención y notificado por fijación en lista el 15 de diciembre de 2011.

Con el ánimo de subsanar las objeciones planteadas por el señor Examinador, me permito presentar un nuevo pliego reivindicatorio de 1-32 reivindicaciones, en donde no se amplía en ningún momento la materia inicialmente divulgada y encuentra entero sustento

### **1. Título**

En primer lugar solicitamos al señor Examinador cambiar el título de la presente aplicación por “PROCESO PARA PRODUCIR FIBRAS CON DIÁMETROS INFERIORES A UN MICRÓMETRO”, el cual corresponde adecuadamente con el objeto de la solicitud.

### **2. Claridad**

Siguiendo la indicación del señor Examinador, hemos incorporado el contenido de las reivindicaciones 32 y 33 en la descripción (segundo párrafo descripción detallada).

Respecto a la redacción de las reivindicaciones que divulgan el proceso de la presente invención, nos permitimos señalar que siguiendo las sugerencias del señor Examinador se han delimitado claramente las diferentes etapas -etapas (a) a (e)- y se han redactado dichas etapas de manera similar a como fue sugerido.

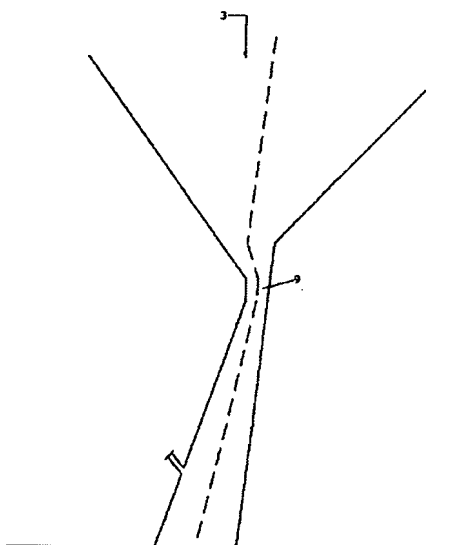
El término "chorro" ha sido reemplazado por "corriente". Igualmente, la expresión "por lo menos" ha sido sustituida por términos más precisos y que limitan adecuadamente el alcance de la presente invención. También se ha reemplazado la expresión "polímero(s) pegado(s)" por "polímero(s) confinado(s)", como fue sugerido por el señor Examinador.

Se han eliminado las antiguas reivindicaciones 5 a 7.

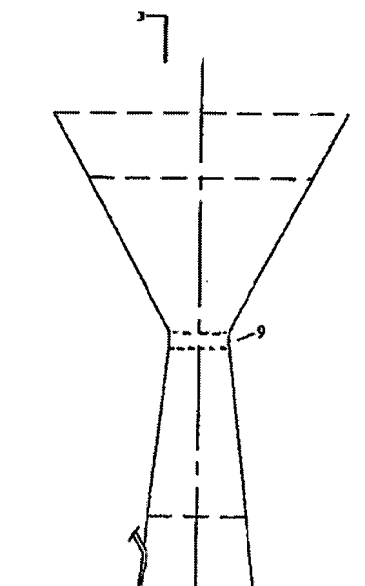
En cuanto a las antiguas reivindicaciones 1 y 9, las dos reivindicaciones independientes de proceso, nos permitimos señalar que estas presentan características técnicas diferentes que cambian las etapas del método reivindicado, particularmente la etapa (a), por lo que no pueden ser unificadas en una sola reivindicación.

Concretamente, la nueva reivindicación 6 (antigua reivindicación 9) especifica que la primera sección tiene un área de corte transversal que se reduce monótonamente desde el extremo del suministro hasta la región de transición (9) y que la segunda sección del conducto de gas tiene un área de corte transversal que se incrementa monótonamente desde la región de transición hasta el extremo de salida de la segunda sección, que no se divulga en la reivindicación 1. Estas diferencias se aprecian de mejor manera en las siguientes figuras:

**Incremento y reducción del área de  
corte transversal no monótona  
(Reivindicación 1)**



**Incremento y reducción del área de  
corte transversal monótona  
(Reivindicación 6)**



Este cambio afecta la etapa (a) del proceso reivindicado, por ejemplo en cuanto a la forma como fluye el gas presurizado (3) a través del conducto.

Además, la reivindicación 1 especifica que la película extruida de la abertura se lleva a una pared calentada, mientras que la reivindicación 6 no requiere esa limitación. En este orden de ideas, la reivindicación 6 no constituye una protección limitada del proceso de la reivindicación 1. Por el contrario, la reivindicación 6 proporciona una cobertura de materia diferente a la de la reivindicación 1, que no puede ser protegida haciendo la reivindicación 6 dependiente de la 1, como fue sugerido por el señor Examinador.

Por esta razón solicitamos respetuosamente al señor Examinador aceptar las reivindicaciones 1 y 6, considerando que debido a su alcance no pueden ser redactadas en una sola reivindicación independiente.

Ahora en cuanto a las objeciones a las antiguas reivindicaciones 10-12, 15 y 17-25, nos permitimos presentar modificaciones de las mismas que relacionan cada una de las características secundarias reivindicadas con etapas concretas del proceso reivindicado. Dichas reivindicaciones presentan limitaciones en alguna de las etapas del proceso que afectan directamente el desempeño del mismo, por lo que han de ser consideradas como detalles de cada una de las etapas de la invención.

Finalmente, hemos incluido las nuevas reivindicaciones 29-32 que reivindican el caudal del proceso ya que consideramos necesaria su inclusión para dar una protección adecuada a la presente invención.

En vista de lo anteriormente expuesto, respetuosamente solicitamos el retiro de las objeciones de la presente solicitud y la concesión del privilegio solicitado, ya que en opinión del solicitante cumple con todos los requisitos establecidos en la decisión 486.

#### **Anexos**

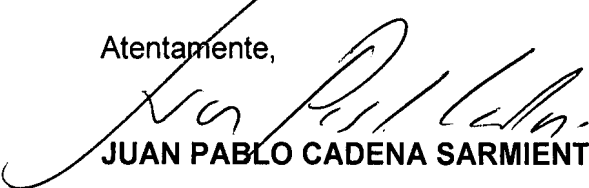
- ✓ Nuevo pliego reivindicatorio.
- ✓ Descripción modificada

Del Señor Director

**BRIGARD &  
CASTRO**  
PROPIEDAD INTELECTUAL

Calle 70 A No. 4 - 41  
BOGOTÁ - COLOMBIA  
TEL: (571) 744 22 00  
FAX: (571) 742 22 00  
www.bc.com.co

Atentamente,

  
**JUAN PABLO CADENA SARMIENTO**

T.P. No. 57.492 del C.SJ.

C.C. 80.410.337 de Usaquén

Calle 70 A No. 4 - 41

## REIVINDICACIONES

1. Un proceso para fabricar una trama no tejida que comprende:
  - (a) hacer fluir una corriente de gas presurizado en un conducto de gas confinado entre una primera y una segunda pared opuestas, en donde una o ambas de la primera y segunda paredes opuestas es calentada;  
  
el citado conducto de gas comprendiendo una primera sección corriente arriba a la cual ingresa el gas desde un extremo de entrada, una región de transición y una segunda sección corriente abajo en la cual el gas fluye hacia un extremo de salida, donde la región de transición de forma fluida conecta la primera sección con la segunda sección, y el conducto de gas termina en el extremo de salida de la segunda sección, y donde la citada primera sección del conducto de gas tiene un área de corte transversal que se reduce desde el extremo de suministro hacia la región de transición, y la segunda sección del conducto de gas tiene un área de corte transversal que aumenta desde la región de transición hacia el extremo de salida de la segunda sección;
  - (b) hacer fluir una o múltiples corrientes de masa polimérica fluida través de uno o múltiples conductos de polímero confinado, cada uno terminando en una abertura en una o ambas de las citadas paredes calientes opuestas,
  - (c) extruir dicha única o múltiples corrientes de masa polimérica fluida desde cada una de dichas aberturas para proporcionar una película de polímero extruido en una superficie de una pared calentada;
  - (d) unir la película polimérica extruida con la corriente de gas; y
  - (e) fibrilar la película polimérica para formar fibras que contienen fibras con diámetros inferiores a un micrómetro que salen por el extremo de salida de la citada segunda sección del conducto de gas.
2. El proceso de la reivindicación 1, donde la corriente de gas se introduce en el conducto de gas a una velocidad de flujo de masa de 150 kilogramos por hora por metro hasta 3500 kilogramos por hora por metro.
3. El proceso de la reivindicación 1, donde la corriente de gas y la corriente polimérica fluida se introducen a una velocidad de flujo de masa de corriente de gas / corriente polimérica fluida inferior a 40:1.
4. El proceso de la reivindicación 1, donde la corriente de gas a la entrada del conducto de gas está a una temperatura inferior a 50°C.

5. El proceso de la reivindicación 1, en donde las fibras están conformadas por un polímero seleccionado entre el grupo compuesto por poliolefinas, poliésteres, poliamidas, polímeros biodegradables, poliuretanos, poliestirenos, resinas alquídicas, ácidos polihidroxialcanoicos, y combinaciones de los mismos.
  
6. Un proceso para fabricar una trama no tejida que comprende:
  - (a) hacer fluir una corriente de gas presurizado en un conducto de gas confinado entre una primera y una segunda pared opuestas, en donde una o ambas de la primera y segunda paredes opuestas es calentada;
 

el citado conducto de gas comprendiendo una primera sección corriente arriba a la cual ingresa el gas desde un extremo de entrada, una región de transición y una segunda sección corriente abajo en la cual el gas fluye hacia un extremo de salida, donde la región de transición conecta fluidamente la primera sección con la segunda sección, y el conducto de gas termina en el extremo de salida de la segunda sección, y donde la citada primera sección del conducto de gas tiene un área de corte transversal que se reduce monótonamente desde el extremo del suministro hasta la región de transición, y la citada segunda sección del conducto de gas tiene un área de corte transversal que se incrementa monótonamente desde la región de transición hasta el extremo de salida de la segunda sección;
  - (b) hacer fluir una o múltiples corrientes de masa polimérica fluida pasa a través de uno o múltiples conductos de polímero confinado, cada uno terminando en una abertura en una o ambas de las citadas paredes calientes opuestas;
  - (c) extruir dicha única o múltiples corrientes de masa polimérica fluida en una película desde cada una de dichas aberturas;
  - (d) unir la película polimérica extruida con la corriente de gas en la segunda sección del conducto de gas; y
  - (e) fibrilar la película polimérica para formar fibras que comprenden fibras con diámetros inferiores a un micrómetro que salen por el extremo de salida de la citada segunda sección del conducto de gas.
  
7. El proceso de la reivindicación 6, en donde la etapa (b) además comprende que cada abertura del conducto del polímero es una ranura con un diámetro hidráulico definido como cuatro veces el área del corte transversal de la abertura del conducto del polímero dividido por el perímetro interno de la abertura del conducto del polímero; el citado diámetro hidráulico de cada abertura de conducto del polímero varía entre 0,0254 milímetros a 2.54 milímetros.

- 7
8. El proceso de la reivindicación 7, en donde la etapa (a) además comprende una primera superficie bisectriz, definida como un bisector angular del ángulo entre la primera y la segunda pared, formando un ángulo de bisección que divide geométricamente la primera sección en dos mitades con unos volúmenes más o menos iguales; y una segunda superficie bisectriz, definida como un bisector angular del ángulo entre la primera y la segunda pared, formando un ángulo bisector que divide geométricamente la segunda sección en dos mitades con unos volúmenes más o menos iguales.
  9. El proceso de la reivindicación 8, donde el ángulo de bisección de la primera y de la segunda pared con respecto a la primera superficie bisectriz varía de 15 a 40 grados en la primera sección, y el ángulo de bisección de la primera y la segunda pared con respecto a la segunda superficie bisectriz varía de 2 a 20 grados en la segunda sección del conducto de gas.
  10. El proceso de la reivindicación 9, en donde la etapa (a) además comprende que la primera y la segunda pared del conducto de gas se calientan a la misma temperatura para obtener unos estados térmicos simétricos con respecto a la primera y a la segunda superficie de bisección.
  11. El proceso de la reivindicación 10, en donde la etapa (b) además comprende que únicamente se forma una película de polímero en una o ambas de las paredes opuestas calientes, y cada abertura del conducto de polímero desde donde la película de polímero se extruye está situada en la parte superior de la segunda sección como se determine relativa a la longitud del conducto de polímero incluyendo la pared calentada que se extiende entre la región de transición y el extremo de salida de la segunda sección.
  12. El proceso de la reivindicación 11, en donde la etapa (a) además comprende que la primera y la segunda pared del conducto de gas se curvan suavemente de manera que la curvatura de las paredes opuestas en la primera sección hacen una suave transición sin ningún borde pronunciado hacia la curvatura de las paredes opuestas de la segunda sección en la región de transición del conducto de gas.
  13. El proceso de la reivindicación 8, en donde la etapa (a) además comprende que una de las paredes opuestas es una pared caliente, mientras que la otra pared opuesta es una pared fría; donde la temperatura de la pared caliente es por lo menos 50°C más alta que la pared fría; y solamente la pared caliente tiene por lo menos una abertura para el paso de la masa polimérica fluida.
  14. El proceso de la reivindicación 13, en donde el ángulo de bisección de la primera y de la segunda pared con respecto a la primera superficie bisectriz varía de 15 a 40 grados.

15. El proceso de la reivindicación 14, en donde la pared caliente en la segunda sección diverge de la primera superficie bisectriz a un ángulo que varía entre 1 grado y 20 grados; y la pared fría en la segunda sección converge hacia la primera superficie bisectriz a un ángulo que varía entre 0,1 grados y 15 grados.
16. El proceso de la reivindicación 15, donde la relación entre el ángulo divergente de la pared caliente relativa a la primera superficie bisectriz y el ángulo convergente de la pared fría relativa a la primera superficie bisectriz puede variar entre 1:1 a 500:1.
17. El proceso de la reivindicación 6, en donde la etapa (b) además comprende que un ángulo entre una línea central de cada conducto del polímero y la pared que contiene la abertura correspondiente del conducto del polímero varía de 10 grados a 100 grados.
18. El proceso de la reivindicación 17, en donde la etapa (d) además comprende que la película polimérica que se extruye de cada abertura del conducto del polímero fluye con el flujo de gas a lo largo de la superficie de desfibrado del polímero que tiene un ángulo de orientación con respecto a la primera superficie de bisección que varía entre 90 grados medidos en el sentido de las manecillas del reloj hasta 45 grados medidos en el sentido contrario a las manecillas del reloj.
19. El proceso de la reivindicación 18, en donde la longitud de la superficie de desfibrado del polímero que corresponde a cada abertura del conducto del polímero es menor de mil veces el diámetro hidráulico de la abertura correspondiente del conducto del polímero.
20. El proceso de la reivindicación 19, en donde la etapa (a) además comprende que la primera y la segunda pared del conducto de gas se curvan suavemente de manera que la curvatura de las paredes opuestas en la primera sección hacen una suave transición sin ningún borde pronunciado hacia la curvatura de las paredes opuestas de la segunda sección en la región de transición del conducto de gas.
21. El proceso de la reivindicación 20, en donde la etapa (a) además comprende que las paredes opuestas en la segunda sección del conducto de gas son curvas de manera que la pared caliente tiene una forma convexa que se curva alejándose de la segunda superficie de bisección y la pared fría tiene una forma cóncava que se curva hacia la segunda superficie bisectriz como se ve en la segunda sección en el conducto de gas.
22. El proceso de la reivindicación 15, donde la relación del radio de curvatura de la pared caliente frente al radio de curvatura de la pared fría en la segunda sección del conducto de gas varía de 1:10.000 hasta 100:1.

23. El proceso de la reivindicación 7, donde la corriente de gas se introduce en el conducto de gas a una velocidad de flujo de masa de 150 kilogramos por hora por metro hasta 3500 kilogramos por hora por metro.
24. El proceso de la reivindicación 7, donde la corriente de gas y la corriente de la masa polimérica fluida se introducen en la segunda sección a una velocidad de flujo de masa de corriente de gas / corriente de masa polimérica fluida inferior a 40:1.
25. El proceso de la reivindicación 7, donde la corriente de gas a la entrada del conducto de gas está a una temperatura menor a 50°C.
26. El proceso de la reivindicación 7, que comprende además proveer una pluralidad de diferentes materiales poliméricos como diferentes corrientes de masa polimérica fluida que fluyen a través de unos conductos separados de polímeros confinados que terminan en una abertura en una o más de las citadas paredes opuestas calentada, donde las diferentes corrientes de masa polimérica fluida se extruyen en forma de una película de cada citada abertura, donde el material de la trama no tejida comprende fibras de múltiples componentes.
27. El proceso de la reivindicación 1, que además comprende hacer chocar la película extruida de polímero con la superficie de la pared calentada a través de la corriente de gas que fluye por el pasaje de gas, efectivo para fibrilar la película de polímero en las fibras con diámetros inferiores a un micrómetro.
28. El proceso de la reivindicación 6, que además comprende hacer chocar la película extruida de polímero con la superficie de la pared calentada a través de la corriente de gas que fluye por el pasaje de gas, efectivo para fibrilar la película de polímero en las fibras con diámetros inferiores a un micrómetro.
29. El proceso de la reivindicación 1, en donde la única o múltiples corrientes de masa polimérica fluida tienen un caudal de desde 10 kg/h/m hasta 200 kg/h/m.
30. El proceso de la reivindicación 29, en donde dicho caudal polimérico es desde 25 kg/h/m hasta 70 kg/h/m.
31. El proceso de la reivindicación 6, en donde la única o múltiples corrientes de masa polimérica fluida tienen un caudal de desde 10 kg/h/m hasta 200 kg/h/m.
32. El proceso de la reivindicación 31, en donde dicho caudal polimérico es desde 25 kg/h/m hasta 70 kg/h/m.

**PROCESO Y APARATO PARA PRODUCIR FIBRAS CON UN  
DIÁMETRO INFERIOR A UN MICRÓMETRO Y MATERIALES NO TEJIDOS Y  
ARTÍCULOS QUE LOS CONTIENEN**

Campo Técnico

La presente invención en general hace referencia a la producción de fibras con un diámetro inferior a un micrómetro, y más específicamente se relaciona con un proceso y un aparato para manufacturar fibras con un diámetro inferior a un micrómetro mediante la fibrilación de películas de polímeros, y materiales no tejidos y artículos que los incorporan.

Arte Previo

En el arte se conocen unas tecnologías que emplean hiladoras continuas y discontinuas de filamentos, y de manera común se hace referencia a las mismas como las tecnologías para procesos de extrusión por fusión y soplado o por hilado y pegado. Un proceso de hilado y pegado comprende una masa fundida de polímero, el cual posteriormente se extruye por presión a través de un gran número de orificios en una placa conocida como una matriz de extrusión o una boquilla. Los filamentos continuos resultantes se enfrían y se estiran mediante cualquier número de métodos, como los sistemas de extracción a través de ranuras, pistolas de atenuación o del rodillo Godet. Los filamentos continuos se recolectan como una trama suelta sobre una superficie foraminosa en movimiento, como una malla en alambre o una banda transportadora. Cuando se utiliza más de una matriz de extrusión en línea con el fin de formar un tejido de múltiples capas, las tramas se recolectan sobre la superficie superior de la trama previamente formada.

El proceso de extrusión por fusión y soplado se relaciona con el proceso de hilado y pegado para formar una capa de una tela no tejida, mediante el cual se extruye una masa fundida de polímero bajo presión a través de los orificios de una matriz de extrusión o una boquilla. Un gas a alta velocidad impacta y atenúa los filamentos a medida que salen de la boquilla. La energía de este paso es tal que el diámetro de los filamentos formados se reduce considerablemente y estos se fracturan de manera que se producen microfibras de una longitud indeterminada. Lo anterior difiere de los procesos de hilado y pegado en los cuales se preserva la longitud de los filamentos.

Las compañías que producen equipos de hilado fundido como Reifenhäuser, Ason Neumag, Nordson y Accurate Products han construido numerosos modelos de

manufactura mediante la extrusión por fusión y soplado y/o de hilados y pegados que ofrecen una variedad de atributos deseables como un mayor rendimiento del polímero, un mejor manejo del proceso del flujo de aire o la distribución del polímero y un control mejorado de las desviaciones de los filamentos, para citar algunos. Las Patentes de Estados Unidos Nos. 4.708.619; 4.813.864; 4.820.142; 4.838.774; 5.087.186; 6.427.745 y 6.565.344 todas las cuales se incorporan a la presente por referencia, divulgan ejemplos de equipos de manufactura para el procesamiento de materiales hilados y pegados o fundidos y soplados.

La demanda de artículos producidos a partir de fibras no tejidas un diámetro inferior a un micrómetro está en aumento. Generalmente se entiende que las fibras con un diámetro inferior a un micrómetro tienen menos de alrededor de 1000 nanómetros (es decir, un micrómetro). Las tramas de las fibras con un diámetro inferior a un micrómetro son deseables debido a su gran área de superficie, al tamaño pequeño de los poros y a otras características. Las fibras con un diámetro inferior a un micrómetro se pueden producir mediante una variedad de métodos y a partir de una gran diversidad de materiales. Aunque se han utilizado varios métodos, cada uno de estos métodos tiene unas desventajas y la producción de fibras con un diámetro inferior a un micrómetro con una buena relación costo-efectividad ha sido difícil. Los arreglos de equipos convencionales de hilado y pegado no pueden ofrecer unas fibras de excelente calidad y con pocos defectos y unas tramas predominantemente microfinas incluyendo fibras con un diámetro inferior a un micrómetro donde la distribución del tamaño de las fibras es apretada.

Los métodos para producir las fibras con un diámetro inferior a un micrómetro incluyen una clase de métodos descritos en la fibrilación por fusión. Ejemplos no limitantes de los métodos de fibrilación por fusión incluyen la extrusión por fusión y soplado, la ruptura por fusión de fibras y la fibrilación de la película fundida. Los métodos para producir fibras con un diámetro inferior a un micrómetro, no a partir de fusiones, son la fibrilación de la película, los electro-hilados y los hilados a partir de una solución. Otros métodos para producir fibras con un diámetro inferior a un micrómetro incluyen hilar una fibra de dos componentes con un diámetro mayor, con una configuración de islas en el mar, una torta segmentada u otra configuración, donde posteriormente se procesa la fibra para producir fibras con un diámetro inferior a un micrómetro.

La fibrilación por fusión es una forma general para fabricar fibras por medio de la cual uno o varios polímeros se funde(n) y extruye(en) en diferentes configuraciones (por

ejemplo, coextrusión, películas o filamentos homogéneos o de dos componentes) y luego se fibrilan o se desfibran y se convierten en filamentos.

La fibrilación de la película fundida es otro método para producir fibras. Se produce una película fundida a partir del producto fundido y luego se emplea un fluido para formar las fibras a partir de la película fundida. Dos ejemplos de este método se incluyen las Patentes de Estados Unidos de Torobin Nos. 6.315.806; 5.183.670 y 4.536.361 y las Patentes de Estados Unidos de Reneker Nos. 6.382.526; 6.520.425 y 6.695.992 asignadas a la Universidad de Akron.

El electro-hilado es un método empleado comúnmente para producir fibras de diámetro inferior a un micrómetro. En una manifestación de este método, un polímero se disuelve en un solvente y se coloca en una cámara sellada en un extremo con una pequeña abertura en una porción adelgazada en el otro extremo. Luego se aplica una fuerza con alto voltaje entre la solución del polímero y un colector cerca al extremo abierto de la cámara. Las tasas de producción de este proceso son muy lentas y normalmente la cantidad de fibra producida es muy baja. Otra técnica de hilado para producir fibras con diámetros inferiores a un micrómetro es un hilado a partir de una solución o mediante el hilado instantáneo que emplea un solvente.

Una de las formas para obtener una alta cizalladura de la masa fundida para un proceso de fibrilación de la película fundida es mediante un gas de alta velocidad (es decir cerca de las velocidades sónicas o supersónicas del gas). Para alcanzar unas velocidades supersónicas o transónicas (cercanas a las sónicas), usualmente el flujo tiene que converger en un cuello (la parte más angosta de la boquilla donde la velocidad alcanza niveles sónicos) y luego se expande en una sección divergente. En el arte se conocen las toberas adiabáticas (no se gana ni se pierde calor en los bordes del sistema de toberas), cumpliendo este criterio general, e incluyen las toberas denominadas toberas de Laval. El uso de las toberas de tipo Laval en la formación de fibras se divulga, por ejemplo, en la Patente de Estados Unidos Appln. Publ. No. 2004/0099981 A1 y en las Patentes de Estados Unidos Nos. 5.075.161 y 5.260.003. Estos métodos emplean las toberas de Laval para acelerar las velocidades del gas hasta el rango de velocidades sónicas y/o supersónicas. Cuando una masa fundida de polímero se expone a velocidades de gas tan altas, se rompe en múltiples fibras finas. Generalmente se emplea una alimentación concéntrica y la canalización del gas y de la masa fundida de polímero en las toberas de descarga lo cual puede no ser óptimo desde el punto de vista de la complejidad de la disposición de los equipos y del mantenimiento de los equipos, etc. Sin

embargo, otras configuraciones de las toberas, como las distribuciones no concéntricas (no anulares) de las toberas tienen sus propios desafíos. Por ejemplo en un sistema de toberas de fibras o filamentos, donde la masa fundida de polímero y la introducción del gas provienen de unas unidades separadas pero dispuestas una lado de la otra, se tiende a ver un problema cuando el gas de desfibrado fluye entre un extremo que tiene una superficie o pared que se calienta a una alta temperatura (por ejemplo debido a la introducción del flujo de la masa fundida de polímero desde ese extremo) y una superficie o pared de un extremo opuesto (por ejemplo un extremo por donde se introduce el gas) que se encuentra a una temperatura menor que el extremo de la masa fundida de polímero. En este caso, el flujo de gas tiende a volverse inestable en la sección divergente en las configuraciones anteriores de la tobera como con una tobera de Laval. Lo anterior genera unos problemas de insuficiencia de cizallado del polímero, de contraflujo del polímero o de acumulación en el extremo del gas con respecto al paso de gas y posteriormente un flujo y una fiberización dispareja y variable, excesiva e insuficiente del polímero. Una vez hay suficiente acumulación de masa fundida corriente arriba en el extremo del gas, la masa fundida de polímero se separa y típicamente es soplado hacia fuera como un “disparo” puesto que la masa fundida se enfría y ya no puede formar fibras debido a un cizallamiento insuficiente del polímero. Cuando el flujo del polímero se encuentra subalimentado, como el otro extremo de la variación, el cizallado es excesivo por lo cual se produce un polvo indeseado. Se han requerido nuevos avances para alcanzar una producción de fibras con un diámetro inferior a un micrómetro de una calidad constante y excelente para artículos desechables de forma más eficiente, y en unos niveles de producción significativos desde el punto de vista comercial.

### Resumen

La presente invención se relaciona con fibras y materiales no tejidos un diámetro inferior a un micrómetro, de gran calidad y prácticamente sin defectos, que incorporan las fibras con un diámetro inferior a un micrómetro las cuales se producen en un solo paso único, la fibrilación de la película fundida, un proceso de alto rendimiento y un dispositivo de tobera empleado con este propósito. Se obtienen materiales no tejidos que comprenden un alto contenido de microfibras de excelente calidad, que en un aspecto exceden el 99% de contenido de fibras con un diámetro inferior a un micrómetro, con unos

rendimientos de escala comercial. Con la presente invención también se logra un mayor cizallamiento del polímero y la reducción del contraflujo del polímero o de los problemas de acumulación que producen unas fibras defectuosas indeseadas, como la formación de motas en un sistema de tobera. En la presente invención se disponen unos productos microfibrosos no tejidos de excelente calidad que poseen unas propiedades de barrera mejoradas, una suavidad, absorbencia, opacidad y/o una superficie grande que son aptos para una amplia variedad de productos fibrosos industriales y para el cuidado del consumidor.

Se encontró un proceso para fabricar una tela no tejida para producir un producto fibroso de excelente calidad, con un buen rendimiento de fibras con un diámetro inferior a un micrómetro al proveer un chorro de gas presurizado que fluye a través de un conducto de gas confinado entre una primera y una segunda pared opuestas que definen las respectivas superficies de pared divergentes corriente arriba y corriente abajo en las cuales se introduce la masa fundida de polímero para proveer una película de polímero extruida en una superficie de pared calentada que impacta el chorro de gas que fluye en el conducto del gas, que es efectivo para fibrilar la película del polímero en unas fibras con diámetros inferiores a un micrómetro. "Convergente" significa que el área en el corte transversal se reduce en dirección del flujo del gas y "divergente" significa que el área del corte transversal aumenta en dirección del flujo de gas. En una incorporación, el conducto del gas comprende una primera sección corriente arriba en la cual el gas ingresa desde el extremo de la alimentación, una región de transición y una segunda sección corriente abajo donde el gas fluye hacia un extremo de salida, donde la región de transición conecta fluidamente la primera y la segunda sección, y el conducto del gas se extiende en el extremo de salida de la segunda sección. En una incorporación particular, la primera sección del conducto de gas tiene un área de corte transversal que se reduce monótonamente desde el extremo del suministro hasta la región de transición, y la segunda sección del conducto de gas tiene un área de corte transversal que se incrementa monótonamente desde la región de transición hasta el extremo de salida de la segunda sección. Por lo menos un chorro fluido de masa polimérica fluida pasa a través de por lo menos un conducto de polímero pegado que termina en por lo menos una abertura en por lo menos una de las paredes opuestas calientes. El polímero se calienta suficientemente durante el tránsito para lograr y mantener su capacidad de fluir hasta que se introduce en el conducto de gas. Cada chorro de masa polimérica fluida se extruye en forma de una película a través de cada abertura. Cada película de polímero extruida se

une con el chorro de gas y la película del polímero se fibrila para formar fibras que comprenden fibras con diámetros inferiores a un micrómetro que salen del extremo de salida de la segunda sección del conducto de gas. Para los fines de la presente, "área de corte transversal que se reduce monótonamente" significa "área de corte transversal que se reduce estrictamente" desde la entrada superior hacia el extremo inferior de la sección de la tobera corriente arriba, y "área de corte transversal que aumenta monótonamente" significa "área de corte transversal que aumenta estrictamente" desde el extremo superior hasta el extremo de salida de la sección de la tobera corriente abajo.

Aunque no se desea limitarse por la teoría, se cree que la introducción de un polímero calentado como una película sobre una pared de soporte calentada la cual define en parte el conducto de gas en la tobera como se describe en la presente, permite que sea posible mantener y controlar la uniformidad del flujo de gas de forma mejorada de manera que el producto de la fibra fibrilada tenga una mejor distribución de tamaño inclinándose hacia, o incluso exclusivamente encontrándose en el rango de tamaño de fibra cuyo diámetro sea inferior a un micrómetro.

En una incorporación en particular, cada película de polímero extruida se une con el chorro de gas en la segunda sección del conducto de gas. Se ha encontrado que la introducción de la masa fundida de polímero en la segunda sección del sistema de toberas en una pared de soporte calentada divergente especialmente facilita la producción de fibras de excelente calidad y con alto contenido de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro y los tejidos resultantes con unos rendimientos comerciales. En otra incorporación, el punto donde la película de polímero extruida se une con el gas en la segunda sección corriente abajo para producir las fibras y telas de mejor calidad depende del tipo de gas, de la geometría de las toberas, incluyendo los ángulos y las transiciones, y la presión del gas, y preferiblemente se sitúa en la parte superior de la segunda sección como para las condiciones de presión baja del gas; y preferiblemente se sitúa en la parte inferior, corriente abajo de la segunda sección como para las condiciones de presión alta del gas. En una incorporación en particular, solamente se forma una película de polímero en por lo menos una de las paredes opuestas calientes, la presión del gas excede alrededor de 68947,57 Pa y para la abertura para el paso del polímero por la cual se extruye la película del polímero se sitúa en una segunda porción corriente abajo de la segunda sección entre la región de transición y el extremo de salida de la segunda sección. Se ha encontrado que la segunda mitad de la segunda sección corriente abajo

puede ofrecer una región de velocidad de gas donde la fibrilación de la película fundida se obtiene muy eficientemente generando un producto de microfibra de mejor calidad.

Como otra ventaja de la presente invención, se obtiene un mayor rendimiento de las fibras con diámetros inferiores a un micrómetro con una menor demanda de gas. Una menor demanda de gas significa que es posible reducir el consumo de energía y/o emplear unas unidades de operación de escala más pequeña y de todas formas obtener unos niveles de producción de fibra con un diámetro inferior a un micrómetro que sean comercialmente significativos. En una incorporación, el chorro de gas y el chorro de la masa polimérica fluida se introducen en la segunda sección a una relación de velocidad de flujo del chorro de gas sobre el chorro de la masa polimérica fluida inferior a alrededor de 40:1; particularmente inferior a alrededor de 30:1; más particularmente a menos de 15:1. La relación de flujo del chorro de gas sobre el chorro de masa polimérica fluida se calcula en kilogramos por hora por metro de chorro de gas a través del conducto de gas por kilogramo por hora por metro de chorro de masa polimérica fluida a través de todas las aberturas en la segunda sección del conducto de gas.

En unas incorporaciones más particulares, cada abertura del conducto del polímero puede ser un corte longitudinal con un diámetro hidráulico definido como cuatro veces el área del corte transversal de la abertura del conducto del polímero dividido por el perímetro interno de la abertura del conducto del polímero. El citado diámetro hidráulico de cada abertura de conducto del polímero varía entre alrededor de 0,00254 centímetros a alrededor de 0,254 centímetros. La película del polímero generalmente tiene un espesor de película del polímero que no excede el diámetro hidráulico de la abertura del conducto del polímero. La masa polimérica fluida se puede expandir al salir por la abertura del conducto del polímero, por ejemplo debido al fenómeno de esponjamiento de la boquilla, sin que se limite por la teoría. Sin embargo, el espesor de la película de la masa polimérica fluida casi instantáneamente se reduce a menos de o queda igual al diámetro hidráulico de la abertura del conducto del polímero.

Al caracterizar la geometría del conducto de gas definido por la pared de la tobera de la presente invención, una primera superficie bisectriz, definida como un bisector angular del ángulo entre la primera y la segunda pared de la primera sección, divide geométricamente la primera sección en dos mitades con unos volúmenes más o menos iguales; y una segunda superficie bisectriz, definida como un bisector angular del ángulo entre la primera y la segunda pared en la segunda sección, divide geométricamente la segunda sección en dos mitades con unos volúmenes más o menos iguales. La

superficie bisectriz puede ser plana o curva, dependiendo de la incorporación de la presente invención, como será más aparente a partir de las descripciones detalladas en la presente. En una incorporación general, el ángulo de bisección de la primera y de la segunda pared con respecto a la primera superficie bisectriz varía de alrededor de 15 a alrededor de 40 grados en la primera sección, y el ángulo de bisección de la primera y la segunda pared con respecto a la segunda superficie bisectriz varía de alrededor de 2 a alrededor de 20 grados en la segunda sección del conducto de gas.

Las paredes opuestas de la tobera donde se introduce el polímero en el conducto de gas se pueden operar de manera que sean térmicamente similares o diferentes. En una incorporación, la primera y la segunda pared del conducto de gas se calientan a aproximadamente la misma temperatura para obtener unos estados térmicos simétricos con respecto a la primera y a la segunda superficie de bisección. En una incorporación alterna, una de las paredes opuestas puede ser una pared caliente, mientras que la otra pared es una pared fría, donde la temperatura de la pared caliente es por lo menos mayor que la temperatura de la pared fría, de manera que por los menos es 50°C más alta; y solamente la pared caliente tiene por lo menos una abertura para el paso de la masa polimérica fluida. En esta configuración, las microfibras se pueden producir en un medio de la fibrilación de gas de fundición caliente/"frío" (por ejemplo, aire sin calentar) que reduce la complejidad del proceso y los costos. En esta configuración, la pared caliente en la segunda sección diverge de la primera superficie bisectriz a un ángulo que varía entre alrededor de 1 grado y 20 grados; y la pared fría en la segunda sección converge hacia la primera superficie bisectriz a un ángulo que varía entre alrededor de 0.1 grados y alrededor de 15 grados. La relación entre el ángulo divergente de la pared caliente relativa a la primera superficie bisectriz y el ángulo convergente de la pared fría relativa a la primera superficie bisectriz puede variar entre alrededor de 1:1 a alrededor de 500:1. El ángulo entre la línea central de cada conducto del polímero y la pared que contiene la abertura correspondiente del conducto del polímero puede variar de alrededor de 10 grados a alrededor de 100 grados. La película polimérica que se extruye de cada abertura del conducto del polímero puede fluir con el flujo de gas a lo largo de la superficie de desfibrado del polímero que tiene un ángulo de orientación con respecto a la primera superficie de bisección que varía entre alrededor de 90 grados medidos en el sentido de las manecillas del reloj hasta alrededor de 45 grados medidos en el sentido contrario a las manecillas del reloj. La longitud de la superficie de desfibrado del polímero que

corresponde a cada abertura del conducto del polímero puede ser menor a alrededor de mil veces el diámetro hidráulico de la abertura correspondiente del conducto del polímero.

En otra incorporación, la primera y la segunda pared del conducto de gas se curvan suavemente de manera que la curvatura de las paredes opuestas en la primera sección hacen una suave transición sin ningún borde pronunciado hacia la curvatura de las paredes opuestas de la segunda sección en la región del área del corte transversal más pequeño del conducto de gas. Las paredes opuestas en la segunda sección del conducto de gas pueden ser curvas de manera que la pared caliente tiene una forma convexa que se curva alejándose de la segunda superficie de bisección y la pared fría tiene una forma cóncava que se curva hacia la segunda superficie bisectriz como se ve en la segunda sección en el conducto de gas. La relación del radio de curvatura de la pared caliente frente al radio de curvatura de la pared fría en la segunda sección del conducto de gas varía de alrededor de 1:10.000 hasta alrededor de 100:1. El chorro de gas se introduce en el conducto de gas a un caudal de masa que varía entre alrededor de 150 kilogramos por hora por metro hasta alrededor de 3500 kilogramos por hora por metro.

La tobera empleada en los procesos descritos en la presente para manufacturar telas no tejidas comprendiendo fibras con diámetros inferiores a un micrómetro representa otra incorporación de la presente invención. El dispositivo inventivo de la tobera no se limita a ningún tipo en particular de material polimérico ni a un gas para la fibrilación, y permite que el polímero se seleccione independientemente para una aplicación específica entre una amplia variedad de materiales poliméricos. Particularmente el gas para la fibrilación es un material gaseoso como aire, nitrógeno, vapor, etc. El gas se puede emplear como un solo tipo del mismo o como combinaciones de diferentes gases. Adicionalmente unos gases adecuados pueden incluir gases reactivos o gases con componentes reactivos, o combinaciones de los mismos. En unas incorporaciones, generalmente el gas puede ser inerte para los materiales de las paredes de la tobera. Para los fines de la presente, los términos "sistema de tobera" y "tobera" se emplean en forma intercambiable.

Las microfibras de excelente calidad dispuestas en la presente invención se disponen con una distribución apretada del diámetro de las fibras con mínimos defectos de fibras. Las materias primas de productos de telas no tejidas recolectadas directamente del proceso de la presente invención generalmente pueden comprender más de 35%, particularmente más de 75% y aún más particularmente más de 99% de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro. La desviación estándar de la distribución del

diámetro de la fibra normalmente puede ser inferior a alrededor de 0.5 micrómetros, particularmente inferior a alrededor de 0.3 micrómetros. La presente invención también se puede emplear en la producción de microfibras en una amplia variedad de materiales poliméricos. Las fibras pueden estar compuestas por un polímero, por ejemplo seleccionado entre poliolefinas, poliésteres, poliamidas, polímeros biodegradables, poliuretanos, poliestirenos, resinas alquídicas, ácidos polihidroxialcanoicos, adhesivos y otros compuestos capaces de producir fibras, y combinaciones de los mismos. La tela no tejida se puede emplear en una amplia variedad de artículos, sola o en combinación con otros materiales. La tela no tejida se puede utilizar, por ejemplo, en filtros, atuendos médicos, toallitas húmedas médicas, materiales de construcción para revestimiento térmico y acústico, vendajes, ropa de protección, separadores de batería, soportes para catalizadores, pañales, pantaloncillos de entrenamiento, pañales para la incontinencia en adultos, productos catameniales como toallas higiénicas femeninas y protectores femeninos, tampones, artículos de aseo personal, artículos de cuidado personal y toallitas de cuidado personal como toallitas para bebé, toallitas para la limpieza facial, toallitas para el cuerpo y toallitas femeninas y combinaciones de los mismos.

Otras características y ventajas de la presente invención se harán fácilmente aparentes a partir de la siguiente descripción detallada de los dibujos anexos y de las reivindicaciones adjuntas.

#### Breve Descripción de los Dibujos

La FIG. 1 es un corte transversal ampliado y general de un sistema de tobera de la presente invención, para formar fibras con un diámetro inferior a un micrómetro.

La FIG. 2 es un corte transversal tomado en la Sección 120 que aparece en la FIG. 12 de una incorporación ilustrativa de un sistema de tobera con un solo paso de introducción de la masa fundida de polímero, de acuerdo con una incorporación de la presente invención para formar fibras con diámetros inferiores a un micrómetro.

La FIG. 3 es un corte transversal de una incorporación ilustrativa de un sistema de tobera con múltiples pasos de introducción de la masa fundida de polímero, de acuerdo con otra incorporación de la presente invención para formar fibras con diámetros inferiores a un micrómetro.

La FIG. 4 es un corte transversal de una incorporación ilustrativa de un sistema de tobera que incluye una pared divergente en el extremo donde se introduce el polímero y una pared opuesta convergente en la sección de la tobera corriente abajo de acuerdo con otra

incorporación de la presente invención, para formar fibras con un diámetro inferior a un micrómetro.

La FIG. 5 es un corte transversal de una incorporación ilustrativa de un sistema de tobera con unas superficies de pared curvas de acuerdo con otra incorporación de la presente invención, para formar fibras con un diámetro inferior a un micrómetro.

La FIG. 6 es un corte transversal de una incorporación ilustrativa de un sistema de tobera que incluye una superficie de impacto definida de acuerdo con otra incorporación de la presente invención para formar fibras con un diámetro inferior a un micrómetro.

La FIG. 7 es un corte transversal ampliado de una porción corriente abajo del sistema de tobera de acuerdo con la FIG. 6.

La FIG. 8 es un corte transversal de una incorporación ilustrativa de un sistema de tobera con una superficie bisectriz curvilínea para el paso de gas en las secciones corriente arriba y corriente abajo de acuerdo con otra incorporación de la presente invención, para formar fibras con diámetros inferiores a un micrómetro.

La FIG. 9 es un corte transversal de una incorporación alterna del sistema de tobera de la FIG. 8.

La FIG. 10 es un corte transversal de una incorporación ilustrativa de un sistema de tobera de otra incorporación de la presente invención para formar fibras con diámetros inferiores a un micrómetro.

La FIG. 11 es un corte transversal de una incorporación alterna del sistema de tobera de la FIG. 10.

La FIG. 12 es una vista isométrica del sistema de tobera de la FIG. 1.

La FIG. 13 es una vista del plano del extremo superior de la tobera de la FIG. 12.

La FIG. 14 es una vista del plano del extremo inferior de la tobera de la FIG. 12.

La FIG. 15 es una microfotografía SEM (500x) de las microfibras con motas.

La FIG. 16 es una microfotografía SEM (500x) de las microfibras con muy pocas o sin motas.

Las características representadas en las figuras no están dibujadas necesariamente a escala. Los elementos representados con un número en diferentes figuras representan componentes similares salvo si se especifica en contrario.

#### Descripción Detallada

Aunque la presente invención es susceptible de incorporarse de varias formas, en los dibujos se muestra y más adelante se describirá una incorporación actualmente

preferida de la invención, en el entendido que la presente divulgación se deberá considerar una ejemplificación de la invención, y su intención no es limitar la invención a la incorporación específicamente ilustrada.

Con referencia a la FIG. 1, se representa un sistema general de tobera 800 para manufacturar fibras, y a modo de ejemplo, se muestra un sistema anular de ejes asimétricos. El gas se presuriza en el elemento 700, desde donde se alimenta el chorro de gas 3 e ingresa a una primera sección de tobera 8 con una geometría básicamente convergente y fluye hacia y a través de una sección de transición 9, y luego el chorro de gas ingresa a y se expande en una segunda sección de tobera 10 que básicamente tiene una geometría divergente antes de salir del sistema de tobera a través del plano de salida 101 hacia el entorno atmosférico 900. La región de transición 9 representa una sección de cuello adelgazada en la tobera donde la sección convergente corriente arriba hace transición hacia la sección divergente corriente abajo. La región de transición o el cuello incluye el área de corte transversal más pequeña de la tobera. La masa fundida de polímero se alimenta desde un cuerpo de extrusión de polímero 801 o desde otra fuente de masa fundida de polímero al conducto del gas 802 o al interior de la tobera 800. Como se indica por las líneas punteadas no limitantes 804-805 representadas en la figura, la masa fundida polimérica se puede introducir en cualquier parte de la tobera 800, siempre que se disponga una película polimérica en una superficie interna de una pared calentada 803 de la tobera 800. Cuando la película polimérica se dispone en la superficie interior de la pared calentada 803, el proceso de acuerdo con una o más realizaciones incluye hacer chocar la película de polímero por la corriente de gas 3 que fluye dentro del conducto de gas 802, para fibrilar eficazmente la película de polímero en fibras con diámetros inferiores a un micrómetro.

Con referencia a la FIG. 2, se ilustra un sistema de tobera 1 para manufacturar microfibras, y particularmente productos no tejidos que comprenden fibras con diámetros inferiores a un micrómetro en forma de trama o entretejido, de acuerdo con las incorporaciones de la presente invención. El sistema de tobera 1 que se muestra en la FIG. 2 representa un conducto de gas simétrico 4, a modo de ejemplo. Se introduce un chorro de polímero fluido 2 en el sistema de tobera 1 a lo largo de una vía curva, recta o de otra forma geoméricamente aceptable 200. Un eje o plano bisectriz imaginario 7 biseca el espacio entre las paredes opuestas 51 y 61 en la primera sección 8 y también las paredes opuestas 5 y 6 en la segunda sección 10. Como se puede apreciar, si las

paredes opuestas son superficies inclinadas rectilíneas (es decir generalmente planas), entonces la bisectriz 7 es un plano, mientras que si las paredes opuestas se curvan para formar una superficie concéntrica continua, entonces la bisectriz 7 es un eje longitudinal. Si son paredes opuestas inclinadas básicamente planas, también se disponen unas paredes espaciadas hacia arriba y hacia adelante y hacia atrás que conectan las paredes inclinadas opuestas (5, 6 y 51, 61) efectivas para cerrar el conducto de gas 4 de forma hermética. Por ejemplo en la FIG. 2 se indica una pared posterior 43. La respectiva pared anterior es similar pero no se representa en la FIG. 2 para simplificar esta ilustración.

Igualmente con referencia a la FIG. 2, se ilustra el mismo sistema de tobera 1 de manera que se muestra la pared posterior 43 y una pared anterior 44. Las paredes 43 y 44 se unen herméticamente en los extremos opuestos 1210/1211 y 1221/1222 de los componentes de la boquilla 121 y 122, respectivamente, que incluyen las paredes opuestas descritas arriba que definen el conducto de gas que se extiende entre la primera y la segunda sección de la tobera. La boquilla y los componentes de la pared externa se pueden manufacturar en un material, por ejemplo un polímero, un metal, cerámica, etc. que se pueda formar por ejemplo mediante moldeo, fundición, o mediante una máquina, etc. para obtener la forma adecuada, y son componentes que pueden tolerar las condiciones del proceso de fabricación de microfibras, como se describe en la presente. En la FIG. 2 la ubicación y la configuración de la forma de dos embudos superpuestos definidos por las paredes opuestas se traza mediante unas líneas imaginarias en las paredes exteriores 43 y 44 para facilitar la ilustración, aunque se apreciará que las paredes exteriores 43 y 44 cierran el conducto de gas 4 y el extremo posterior y anterior opuestos de la tobera. Como se ilustra en la FIG. 12, el orificio de entrada de la tobera superior 41 es un espacio definido por los extremos superiores 510 y 610 de las boquillas 121 y 122, respectivamente. El orificio de salida de la tobera 42 es un espacio definido entre los extremos inferiores 500 y 600 de las boquillas 121 y 122 respectivamente.

Las FIGs. 13 y 14 muestran un área de un corte transversal del orificio de entrada de una tobera 1001 (indicada por el área del corte transversal de la FIG. 13 definida entre los extremos 610 y 510) y el corte transversal del orificio de salida de la tobera 1002 (indicada por el área de un corte transversal de la FIG. 14 definida entre los extremos 500 y 600) de la abertura de entrada de la tobera 41 y la abertura de salida 42, respectivamente, definida por los componentes de la boquilla 121 y 122. Igualmente en la FIG. 13 se muestra un área de un corte transversal intermedio 1003 definido entre las

paredes opuestas 1004 y 1005 (indicada por líneas sombreadas) ubicadas entre las entradas de la tobera 41 y la región de transición 9 del orificio de salida de la tobera 42 de la tobera. En las FIGs. 13 y 14, los bordes de la boquilla que definen el conducto del gas que no están visibles en esta vista normalmente están ubicados donde lo señalan las líneas punteadas.

Como se ilustra, el área del corte transversal de la primera sección 8 se reduce, preferiblemente de forma sustancialmente continua, en dirección corriente abajo entre la entrada 41 a través del área intermedia 1003 y prosigue hasta alcanzar la región de transición 9. El área del corte transversal de la segunda sección 10 aumenta, preferiblemente de forma sustancialmente continua, en dirección corriente abajo entre la región de transición 9 a través del área intermedia 1006 y prosigue hasta llegar a la abertura del orificio de salida 42 de la tobera. En una incorporación particular, la primera sección 8 del conducto de gas 4 tiene un área de corte transversal que se reduce monótonamente 1001 desde el extremo de alimentación 41 hasta el área de descarga más bajo 410 de la primera sección 8, es decir el comienzo de la región de transición 9, y la segunda sección 10 del conducto de gas 4 tiene un área de corte transversal que aumenta monótonamente 1002 desde la entrada 420 o el comienzo de la segunda sección 10 (es decir el extremo más bajo de la región de transición 9) hasta el extremo de salida 42 de la segunda sección 10. Igualmente estos criterios se emplean en las siguientes incorporaciones adicionales de la presente invención.

Haciendo referencia ahora a la FIG. 3, también se pueden introducir múltiples chorros de masa polimérica fluida 2 de forma concurrente desde múltiples conductos de introducción de polímero respectivos 2002a-d que fluyen hacia el conducto de gas 4. El número de chorros de masa polimérica fluida solamente se limita por las restricciones prácticas de un montaje de toberas específico. Se introduce un chorro de gas presurizado 3 en el conducto de gas 4 que fluye en una dirección 30 desde una sección de tobera corriente arriba 8 a través de una región de transición 9 hacia una sección de tobera corriente abajo 10. La primera y la segunda pared opuesta 5, 6 comprenden una primera sección 8 y una segunda sección 10. La primera y la segunda pared opuesta 5, 6 convergen en la primera sección 8 hacia la región de transición o la sección del cuello 9, que es el corte transversal más angosto del conducto de gas 4, medido en una dirección normal hacia el plano bisectriz imaginario 7 entre el orificio de entrada de la tobera 41 y el orificio de salida de la tobera 42. Así, la sección del cuello 9 conecta la primera sección 8 con la segunda sección 10 y conduce el gas de una sección a la otra. Por lo menos una

de las paredes opuestas 5 o 6 diverge del plano 7 en la segunda sección 10. En esta ilustración, la primera sección 8 tiene un área de corte transversal que se reduce de manera continua y progresiva 65 medida entre las paredes opuestas 51 y 61 en la dirección del flujo del gas 30 desde el orificio de entrada 41 hasta el cuello 9. La segunda sección 10 tiene un área de corte transversal que aumenta de manera continua y progresiva 66, medida entre las paredes opuestas 5 y 6 en la dirección del flujo del gas 30, desde el cuello 9 hasta el orificio de salida 42. Estas áreas de corte transversal 65 y 66 se miden normal al plano 7 entre las paredes opuestas (es decir 51, 61 o 5, 6 según el caso) en la dirección del flujo del gas 3. Los chorros de la masa polimérica fluida 2 salen del conducto de introducción del polímero 200 o de los conductos 200a-d en los orificios de entrada del conducto de polímero y salen por las paredes opuestas 5 y 6, y se combinan con el chorro de gas de alta velocidad 3, preferiblemente en la segunda sección 10 del conducto del gas 4, para formar las películas 11, es decir que la masa fundida de polímero que sale por las aberturas del conducto de polímero se extiende en pequeñas corrientes en forma de una película o de otra forma extiende una masa polimérica fluida. La película o las películas se fibrila(n) para formar fibras 12 que comprenden fibras con diámetros inferiores a un micrómetro que se recolectan por debajo del sistema de tobera 1 como un material de trama fibrosa o entretejido 13. La cantidad de fibrilación de las películas 11 de los chorros de masa polimérica fluida 2 puede variar dependiendo de la ubicación de los conductos 200a-d en el conducto de gas 4. En una incorporación no limitante, la masa fundida de polímero fibrilada en forma de filamentos fundidos continuos o discontinuos o de partículas fundidas, por ejemplo debido a un excesivo cizallamiento de las películas 11 de los conductos 200b y 200c se pueden combinar con las películas de la masa fundida de polímero fibrilada 11 de los conductos 200a y 200d, respectivamente. En esa incorporación, si los chorros de masa polimérica fluida 200b y 200c son respectivamente de unos tipos de polímero disímiles de los chorros de masa polimérica fluida 200a y 200d, el material de la trama puede estar compuesto por fibras de múltiples componentes, o más específicamente de fibras de dos componentes. Se encontró que la introducción de la masa fundida de polímero en la segunda sección del sistema de tobera sobre una pared de soporte divergente calentada especialmente facilita la producción de fibras con alto contenido de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro de excelente calidad y las tramas resultantes con un rendimiento comercial. Las aberturas del conducto de polímero 20 en el conducto de gas 4 pueden tener unas secciones transversales ovaladas, redondas, rectangulares o de otra forma geométrica.

Puede haber una o varias aberturas del conducto de polímero en el conducto de gas en cualquiera de las superficies/paredes opuestas. La abertura o las aberturas en la incorporación preferida se encuentra(n) en los lados más calientes, en el extremo de la masa fundida de polímero (por ejemplo, ver la FIG. 6 descrita en mayor detalle abajo).

Haciendo de nuevo referencia a la FIG. 3, se ha encontrado que la ubicación de la abertura del conducto de polímero 20 para manufacturar fibras de excelente calidad depende del tipo de gas empleado, de la geometría de las secciones de tobera y de la presión del gas. En una incorporación preferida, la presión del gas que ingresa es relativamente baja, menor a alrededor de 68947,57 Pa, y la película polimérica extruida se une con el gas en el extremo superior (50%) de la segunda sección corriente abajo 10, indicada como la sección 101, donde la masa fundida de polímero es extruida del conducto de gas 200c. Se ha encontrado en este caso, que la porción superior de la segunda sección corriente abajo 10 puede ofrecer una región de velocidad óptima de gas donde se logra la fibrilación de la película fundida de forma muy eficiente, produciendo una microfibrilla de mejor calidad. En consecuencia es una incorporación preferida en el caso de que la presión del gas que entra sobrepasa alrededor de 68947,57 a 103421,355 Pa, donde la película polimérica extruida se une con el gas en la porción inferior corriente abajo (50%) de la segunda sección corriente abajo 10, indicada como un remanente después de la sección 10, en la cual la masa fundida de polímero se extruye del conducto de gas 200a. A medida que aumenta la presión del gas, la ubicación preferida para unir los chorros de gas y de polímero se desplaza corriente abajo, es decir del paso 200c al paso 200b al paso 200d y al paso 200a para el rango más alto de las presiones del gas.

La trama fibrosa 13, como se muestra en las FIGs. 2-3 puede estar compuesta por una pila de fibras sueltas o alternativamente por una trama unitaria autoportante de fibras, dependiendo de las condiciones del proceso como temperatura, distancia del colector 100, y demás. Las fibras también se pueden depositar en un sustrato de trama en movimiento para formar una capa adicional. La recolección de las fibras descargadas desde el sistema de tobera 1 se puede realizar por ejemplo sobre una banda o un sustrato 300 ayudada con una banda inferior generando vacío o un sustrato u otro medio para mantener las fibras depositadas sobre la banda o el sustrato para un procesamiento posterior. La estructura para la recolección de fibra puede ser por ejemplo una malla o una banda transversal que hala las fibras mediante vacío, sobre la estructura. Igualmente puede comprender una trama fibrosa preformada. Es obvio para aquellos con destreza en el arte que el sistema de tobera puede tener esencialmente el diseño de una

ranura con ligeras modificaciones. Aunque las FIGs. 2 y 3 muestran una tobera con una geometría esencialmente plana y simétrica, esto únicamente se muestra con fines ilustrativos sencillos y no limitantes.

La FIG. 4 muestra más detalles de un sistema de tobera 1, y en esta ilustración muestra un sistema donde el aparato tiene un lado más frío que está unido por la primera pared opuesta más fría 5 y un lado del aparato más caliente que contiene los componentes de la masa fundida de polímero que está unido por la segunda pared opuesta más caliente 6. Un eje o un plano 7 geométricamente biseca el espacio entre las paredes opuestas 5 y 6 en la primera sección 8, definiendo así la bisección de contracción o medios ángulos  $\alpha$ . Preferiblemente el ángulo de bisección  $\alpha$  está entre 0.5 y 89.5 grados, más preferiblemente entre 1 y 45 grados, y más preferiblemente entre 15 y 40 grados. En una de las incorporaciones, la bisección  $\alpha$  es de alrededor de 30 grados. La pared opuesta 6 diverge del eje o del plano 7 en la segunda sección 10, mientras que toda el área de corte transversal 66 del conducto de gas 4 en la segunda sección 10, medida en dirección normal a la dirección 30 del flujo de gas 30, realmente continúa aumentando, permitiendo que el gas se expanda después de la sección del cuello 9. La pared opuesta más fría 5, generalmente es convergente con respecto al eje o plano 7 a un ángulo de  $\theta$ . El ángulo  $\beta$  se mide desde la pared opuesta más caliente 6 hasta el eje o plano bisectriz 7, y el ángulo  $\theta$  se mide desde el eje o plano 7 hasta la pared opuesta más fría 5. Por lo tanto, el ángulo  $\theta$  es cero si la pared opuesta 5 se encuentra paralela al eje o plano bisectriz 7, y es negativo si es convergente y es positivo si es divergente. La pared opuesta 6 tiene un ángulo divergente  $\beta$  que generalmente deberá ser de alrededor de 1 grado hasta menos de alrededor de 90 grados relativo al eje o plano 7, o preferiblemente de alrededor de 2 hasta alrededor de menos de 20 grados. En una incorporación, este ángulo divergente  $\beta$  es aproximadamente de 15 grados. La pared opuesta 5 tiene un ángulo divergente que deberá ser inferior a alrededor de +45 grados relativo al eje o plano 7, pero preferiblemente tiene un ángulo convergente que es de alrededor de -45 grados hasta alrededor de 0 grados. La suma de  $\beta$  y de  $\theta$  preferiblemente deberá ser de alrededor de 0.1 grados hasta alrededor de 30 grados. El polímero se dirige a través de los conductos de introducción del polímero 200 y sale al conducto de gas 4 a través de una o varias aberturas en el conducto del polímero 20 y fluye en forma de una película, de unas pequeñas corrientes o unos tubos huecos, y preferiblemente forma una película sobre las superficies de desfibrado del polímero 63, también conocidas como las áreas de impacto. Los conductos de la masa fundida de

polímero 200 pueden tener diferentes ángulos y con respecto a la pared opuesta más caliente 6 en cualquier sitio desde una dirección perpendicular (90 grados) hasta casi en sentido paralelo (que fluye en la misma dirección) a la superficie de la pared opuesta más caliente 6 (alrededor de 5 grados) o pueden fluir en sentido contrario a alrededor de 170 grados, pero preferiblemente de 10 a 100 grados. La superficie de desfibrado del polímero 63 se encuentra por debajo (en el sentido del flujo del gas) de cada abertura del conducto de polímero 20 y es una suave continuación de la segunda pared opuesta 6 desde antes de la introducción de la masa fundida de polímero 2 y sobre la cual fluye la masa fundida de polímero antes y durante el desfibrado por el chorro de gas 4. Si la superficie de desfibrado del polímero 63 no es una suave continuación de la pared opuesta más caliente 6, entonces se puede encontrar a un ángulo  $\theta$  medido entre la superficie de desfibrado del polímero por debajo de cada abertura del conducto del polímero en el sentido del flujo del polímero y el respectivo conducto del polímero 2, y es menos de alrededor de 180 grados. Con un ángulo  $\theta$  de  $(90-\gamma)$  grados o menos relativo al conducto del polímero (en una incorporación donde  $\gamma$  es inferior a 90 grados), la superficie de desfibrado del polímero 63 esencialmente se volvería cero. Alternativamente, la orientación de la superficie de desfibrado del polímero se puede medir relativa al plano o eje bisectriz 7. Cuando se mide relativa al plano o eje bisectriz 7, el ángulo de la orientación de la superficie de desfibrado del polímero varía de alrededor de 90 grados medido en el sentido de las manecillas del reloj a alrededor de 45 grados medido en el sentido contrario a las manecillas del reloj. La longitud " $\delta$ " de la superficie de desfibrado del polímero 63 es crítica para un buen proceso de desfibrado con pocos defectos en las fibras, como las motas, etc. y deberá ser inferior a alrededor de mil veces el diámetro hidráulico de la respectiva abertura del conducto del polímero 20, pero preferiblemente menor a cien veces el diámetro hidráulico de la respectiva abertura del conducto del polímero 20. Una razón para este ejemplo de configuración es que la pared opuesta 6 se calienta para mantener el chorro presurizado del polímero 2 fundido y fluyendo. La pared calentada 6 en la segunda sección 10 del conducto del gas 4 tiene un ángulo divergente  $\beta$  menor a 45 grados desde el eje central bisectriz 7, preferiblemente de alrededor de 1 a 20 grados. La pared opuesta sin calentar, más fría 5 opuesta a la pared calentada 6 en la segunda sección 10 del conducto del gas 4 puede tener un ángulo de convergencia  $\theta$  de menos de 30 grados desde el eje central 7, particularmente de alrededor de 0.1 a 15 grados. La proporción  $\beta/\theta$  del ángulo divergente  $\beta$  al ángulo convergente  $\theta$  de las paredes opuestas 6 y 5 respectivamente, en la segunda sección 10 del conducto del gas

4 varía entre 1:1 y 500:1. La geometría interna del corte transversal del cuello 9 puede ser de forma rectangular si las paredes opuestas están inclinadas (por ejemplo ver la FIG. 2) o alternatively puede ser redondeada si se emplean paredes curvas opuestas que forman una frontera interna continua y curva que define el conducto del gas. En otra incorporación, el conducto del gas 4 comprende un espacio anular de corte transversal ubicado entre las paredes 5 y 6. Las paredes de la FIG. 4 se muestran inclinadas, planas y planares, sin embargo las paredes en las diferentes secciones pueden ser curvas. Esto se puede hacer para las paredes 5 y 6 bien sea en la primera o la segunda sección o en la sección del cuello, o en una combinación de estas secciones. En la siguiente descripción se presenta una incorporación particular no limitante.

Haciendo referencia a la FIG. 5 en otra incorporación del sistema de tobera 1, las paredes opuestas 6 y 5 en la segunda sección del conducto de gas 4 son curvas. La porción curva puede tener una dimensión vertical 102 de alrededor de 0,01016 centímetros hasta alrededor de 5,08 centímetros, y el conducto de la masa fundida 200 puede tener un diámetro hidráulico de alrededor de 0,00254 centímetros hasta alrededor de 0,254 centímetros. La proporción,  $r1/r2$  del radio de curvatura  $r1$  de la pared más caliente 6 frente al radio de la curvatura  $r2$  de la pared más fría en la segunda sección 10 del conducto de gas 4 puede variar entre 1:10.000 hasta alrededor de 100:1.

Haciendo referencia a la FIG. 6 en otra incorporación del sistema de tobera 1, la geometría de la pared calentada 6 es similar a la que se describe para la FIG. 5 arriba. Sin embargo, en esta incorporación, la sección del cuello 9 del conducto de gas 4 tiene una longitud mayor comparada con las incorporaciones de las FIGs 2-4. La pared 5 opuesta a la pared calentada 6 converge hacia el eje o plano bisectriz 7 a un ángulo  $\theta$  variando típicamente entre alrededor de 0.1 grados hasta alrededor de 15 grados. La pared calentada 6 diverge del plano 7 a un ángulo  $\beta$  que varía típicamente entre alrededor de 1 hasta alrededor de 20 grados. Como se aprecia mejor en la FIG. 7, el chorro de la masa polimérica fluida 2 ingresa a la segunda sección 10 del conducto de gas 4 a través de una o múltiples aberturas 20 y se dirige a un ángulo  $\gamma$  que puede variar entre alrededor de 10 y alrededor de 170 grados, pero típicamente varía entre alrededor de 30 y alrededor de 150 grados, particularmente alrededor de 60 hasta alrededor de 95 grados relativo a la segunda pared más caliente 6. Como se muestra, la pared calentada 16 comprende una porción de punta 65 inmediatamente debajo del conducto de introducción del polímero 2. La porción integral de punta 65 tiene una longitud de superficie de desfibrado del polímero inferior a alrededor de 0,127 centímetros, más preferiblemente menor a alrededor de

0,0254 centímetros. La porción curva 64 se ubica inmediatamente debajo de la porción de punta 65 y se aleja en forma curva desde el eje central 7 en sentido corriente abajo 30 y la pared 5 opuesta a la pared calentada converge hacia el plano 7 a lo largo de la porción de pared 151 de la misma y en una ubicación lateralmente espaciada desde y adyacente; el extremo inferior de la porción de punta 152 se dobla hacia atrás para formar el ángulo  $90+\theta$  con el plano 7. La porción curva 64 define la porción de punta 65 en su extremo superior y también ayuda a evitar la alteración del gas en el conducto de gas 4 cerca al conducto de introducción del polímero 2. La porción de punta 65 aumenta la formación de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro. En esta ilustración, la porción de punta 65 tiene un costado 63 frente al conducto de gas 4 que puede ser sustancialmente plano y que define la longitud de desfibrado del polímero  $\delta$ . Cuando los ángulos  $\gamma$ ,  $\beta$  y  $\theta$  no se encuentran entre los rangos aquí descritos, el proceso se puede ver afectado de forma adversa. Por ejemplo puede afectar el desfibrado, los tamaños de la fibra de forma negativa y aumentar la formación no deseada de motas. Como una ilustración no limitante, la porción de punta 65 puede tener una longitud vertical o una longitud de impacto  $\delta$  de aproximadamente 0,0127 – 0,127 centímetros, la porción curva 64 puede tener una dimensión vertical de alrededor de 0,1016 – 0,254 centímetros o mayor, y el conducto de la masa fundida 2 puede tener un diámetro hidráulico de alrededor de 0,00254 a alrededor de 0,0254 centímetros, y preferiblemente de 0,00508 a alrededor de 0,02032 centímetros.

Haciendo referencia a las FIGs. 8 y 9, la primera y la segunda pared (5, 6 y 51, 61) del conducto de gas 4 de estas configuraciones alternas de la tobera 1 son suavemente curvas de manera que la curvatura de las paredes opuestas 5, 6 en la primera sección 8 hacen una suave transición hacia la región de transición 9 del conducto de gas 4 sin ningún borde pronunciado hacia la curvatura de las siguientes paredes opuestas 51, 61 en la segunda sección 10 donde se introduce el polímero 2 en esta ilustración. Las paredes opuestas en la segunda sección 10 del conducto de gas 4 son curvas de manera que la pared caliente 6 tiene una forma convexa que se aleja de la superficie curvilínea bisectriz 7 y la pared fría 5 tiene una forma cóncava que se curva hacia la superficie curvilínea bisectriz 7 como se ve en la segunda sección 10 en el conducto de gas 4. La proporción del radio de curvatura de la pared caliente 6 frente al radio de curvatura de la pared fría 5 en la segunda sección 10 del conducto de gas 4 puede variar de alrededor de 1:10.000 hasta alrededor de 100:1; particularmente de alrededor de 1:4 a alrededor de 1:1; y más particularmente de alrededor de 1:2 hasta alrededor de 1:1. El radio de

curvatura de la primera y la segunda pared 51, 61 en la primera sección 8 puede variar de alrededor de 1% hasta alrededor de 1000% de la longitud de la primera y la segunda pared 5, 6 en la segunda sección 10 del conducto de gas 4. Cada abertura de introducción de polímero 20 particularmente se puede ubicar en la pared caliente 6 en la segunda sección 10. Cada abertura de polímero 20 también se puede ubicar entre alrededor de 20% y alrededor de 80% de la longitud curvilínea de la pared caliente 6 en la segunda sección 10 del conducto de gas 4. La película de polímero se puede extruir en la segunda sección 10 a través de cada abertura de polímero 20 a un ángulo que varía desde alrededor de 20 grados hasta alrededor de 160 grados con respecto a la tangente en la pared caliente 6 en la segunda sección 10 del conducto de gas 4.

Haciendo referencia a las FIGs. 10-11, la primera y la segunda pared (5, 6 y 51, 61) del conducto de gas 4 de estas configuraciones alternas de la tobera 1 están inclinadas y son planares y la región de transición 9 es una configuración asimétrica doblada, ubicada entre la sección corriente arriba 8 y la sección corriente abajo 10 donde se introduce el polímero 2 en esta ilustración.

Los dispositivos de tobera empleados para practicar los procesos descritos en la presente se pueden configurar como un cartucho que se puede montar sobre unos dispositivos convencionales de boquillas.

Las boquillas convencionales pueden variar. Sin embargo se puede seguir la práctica estándar de máquina en la industria para montar el cartucho que incorpora la tobera inventiva a una boquilla. Por ejemplo la boquilla que tiene la tobera se puede montar en una boquilla con un arreglo tradicional de perno y superficies planas/formadas. Si se requiere una arandela/empaque, se forma el canal mediante una máquina en la parte superior de la boquilla y/o el lugar se define para cada boquilla específica. Por ejemplo el sistema de tobera de la presente invención puede adaptarse para que encaje en el cuerpo de extrusión inferior de un equipo convencional de hilado fundido, por ejemplo equipos suministrados por proveedores como Reifenhauser, Ason-Neumag, Lurgi Zimmer, Accurate Products, Nordson e Implants. Se puede administrar gas presurizado al sistema de tobera mediante distribuidores de gas empleados en combinación con cuerpos de extrusión en un equipo convencional o comercial, o a través de otra fuente de gas comprimido alimentado al orificio de entrada de la tobera mediante unos ductos y conexiones herméticos.

Para implementar los procesos de la invención empleando unos sistemas de tobera y un equipo de soporte como se ilustró arriba, el polímero generalmente se calienta

hasta que forme un líquido y fluya fácilmente. Como se indica en las figuras, la masa fundida de polímero se introduce en la segunda sección 10 del conducto de gas 4 del sistema de tobera 1 a través de la abertura 20 y forma una película a medida que desciende por la superficie de la pared 4 ubicada debajo de la abertura 20, como se describe arriba. Para formar la masa fundida de polímero, el polímero se calienta suficientemente para formar un flujo de polímero fundido. A modo de ejemplo y no de limitación, el polímero fundido puede tener una viscosidad en el punto de desfibrado en la tobera como un valor numérico positivo inferior a 30 Pa-s, particularmente menos de 20 Pa-s y puede variar de 0.1 a 20 Pa-s y particularmente de 0.2 a 15. Estas viscosidades se dan sobre una tasa de cizallado que varía de alrededor de 100 hasta alrededor de 100.000 por segundo (a 240°C). Generalmente el polímero fundido está a una presión que excede la presión atmosférica en el momento que pasa a través de la luz en la boquilla del polímero y se introduce en el conducto de gas del diseño de la tobera.

Las tasas de flujo de masa fundida apropiadas y óptimas del polímero de partida empleado para obtener la masa fundida de polímero pueden variar dependiendo del tipo de polímero empleado y de otras condiciones del proceso como las propiedades del flujo de gas. En el caso de polipropileno con una temperatura de transición vítrea de aproximadamente menos 18°C, una velocidad de flujo de masa fundida apropiada puede variar entre alrededor de 35 a más de 2000 decigramos por minuto, preferiblemente no mayor a 1800. La velocidad de flujo de masa fundida se mide mediante el ASTM método D-1238. Si el polímero empleado es polipropileno, puede tener un índice de polidispersidad (PDI) que varía entre por ejemplo alrededor de 2.0 hasta alrededor de 4.0. Para los fines de la presente, el PDI es una medida de la distribución de los pesos moleculares en determinada muestra de polímero, donde el PDI calculado es el peso molecular promedio en peso dividido por el peso molecular promedio en número.

El resultado del polímero en el proceso inventivo y el aparato dependerán en gran medida del polímero específico empleado, del diseño de la tobera y de la temperatura y presión del polímero. El resultado total del polímero del sistema de tobera 1 es más de alrededor de 1 kg/hr/m, particularmente puede variar entre 1 y 200 kg/hr/m, más particularmente de 10 a 200 kg/hr/m y más particularmente entre 25 y 70 kg/hr/m. Por cada orificio, el resultado del polímero puede ser más de alrededor de 1, particularmente más de alrededor de 50 y más particularmente más de alrededor de 1000 gramos por minuto por orificio. Puede haber varias luces de introducción u orificios operando al mismo tiempo para incrementar la cantidad total de producción. La producción, junto con

la presión, la temperatura y la velocidad se miden en el orificio de salida de la boquilla. También se puede emplear una cortina de gas u otro chorro de gas auxiliar para afectar el patrón de rociado de las fibras con diámetros inferiores a un micrómetro de dos o más toberas. Este chorro de gas o cortina puede ayudar a proteger las formaciones de rociado entre las toberas adyacentes y puede ayudar a comprimir el patrón de rociado. La cortina de gas o el chorro pueden mejorar la uniformidad de la trama.

El sistema de la tobera inventiva no se limita a ningún tipo particular de polímero y permite seleccionar el polímero independientemente para una aplicación específica, entre una amplia variedad de materiales poliméricos. Unos materiales poliméricos apropiados para la formación de las tramas fibrosas de la presente invención son aquellos polímeros capaces de desfibrarse en microfibras empleando las toberas de la presente invención. Estos polímeros incluyen, pero no se limitan a polímeros seleccionados entre el grupo compuesto por poliolefinas, poliésteres, poliamidas, polímeros biodegradables, poliuretanos, poliestirenos, resinas alquídicas, ácidos polihidroxialcanoicos, adhesivos y otros compuestos capaces de producir fibras, y combinaciones de los mismos. Ejemplos particulares de materiales poliméricos son por ejemplo los polipropilenos. Los polímeros se pueden seleccionar además entre homopolímeros, copolímeros y conjugados y pueden incluir aquellos polímeros que tienen incorporados unos aditivos de fundición o unos agentes tensoactivos o pigmentos. Se puede emplear más de un tipo de polímero a la vez mediante el uso de múltiples conductos de polímero 200a-d como se ilustra en la FIG. 3. En dicha incorporación, se puede producir una trama 13 que comprende múltiples componentes de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro, como se describe más arriba.

El fluido gaseoso se puede introducir en el sistema de tobera a una temperatura inferior a la de la masa fundida de polímero, y particularmente por debajo de 100°C, más particularmente de menos de 50°C o de lo contrario a temperatura ambiente (por ejemplo alrededor de 30°C o menos). El fluido gaseoso también se puede calentar, aunque no se requiere para los procesos de la presente invención. Ejemplos no limitantes de fluidos gaseosos para el desfibrado son gases como aire, nitrógeno, vapor, etc. Adicionalmente unos gases apropiados pueden incluir gases reactivos o gases con componentes reactivos o combinaciones de los mismos. La presión del fluido gaseoso para el desfibrado (es decir de fibrilación) es una presión positiva suficiente para soplar las fibras con diámetros inferiores a un micrómetro y puede ser ligeramente superior a la presión de la masa fundida de polímero cuando se extruye a través de la luz por la cual se introduce

en el conducto de gas del sistema de tobera. El fluido gaseoso para el desfibrado generalmente tendrá una presión por debajo de 6894757 Pa, particularmente será menor a 689475,7 Pa, más particularmente será de alrededor de 103421,355 hasta alrededor de 551580,56 Pa. La velocidad de flujo del gas es suficiente para cizallar la película de polímero a una tasa suficiente que fibrila. La velocidad de flujo del gas a través del sistema de tobera generalmente se encuentra en el rango comprendido entre 150 kilogramos por hora por metro hasta alrededor de 3500 kilogramos por hora por metro, particularmente de 600 a 2000 kilogramos por hora por metro, más particularmente de 1000 a 1800 kilogramos por hora por metro. En términos de flujo de masa de gas, medido como una unidad de masa de gas que fluye por unidad de tiempo por unidad de área, el flujo de gas varía entre alrededor de 15 kg/s/m<sup>2</sup> hasta alrededor de 1500 kg/s/m<sup>2</sup> dependiendo de la separación de las paredes opuestas 5 y 6 en la sección del cuello 9 y de la velocidad de flujo de gas empleada. Para los fines de la presente, el corte transversal de la región de transición 9 de la tobera 1 generalmente se emplea para los cálculos del flujo de la masa de gas.

Como un beneficio de la presente invención, se obtiene un mayor rendimiento de las fibras con diámetros inferiores a un micrómetro con una menor demanda de gas, razón por la cual es factible reducir el consumo de energía y/o emplear unas unidades de operación de escala más pequeña y de todas formas obtener unos niveles de producción de fibra con un diámetro inferior a un micrómetro que sean comercialmente significativos. En una incorporación, el chorro de gas y el chorro de la masa polimérica fluida se introducen en la segunda sección a una relación de velocidad de flujo del chorro de gas sobre el chorro de la masa polimérica fluida inferior a alrededor de 40:1; particularmente inferior a alrededor de 30:1; más particularmente a menos de 15:1. En una incorporación, la relación de velocidad de flujo del chorro de gas sobre el chorro de la masa polimérica fluida puede ser incluso menor de 10:1. La velocidad de flujo de masa del chorro de gas al chorro de la masa polimérica fluida se calcula en kilogramos por hora por metro de chorro de gas a través del conducto de gas por kilogramo por hora por metro de chorro de masa polimérica fluida a través de todas las aberturas en la segunda sección. De manera equivalente, la relación de velocidad de flujo del chorro de gas sobre el chorro de la masa polimérica fluida es menor a alrededor de 20:1, más preferiblemente menos de alrededor de 10:1 y más preferiblemente menor a alrededor de 7:1. La relación de velocidad de flujo del chorro de gas sobre el chorro de la masa polimérica fluida se calcula como kg/s/m<sup>2</sup> de flujo de masa de gas a través del conducto de gas sobre los

kg/s/m<sup>2</sup> de la masa polimérica fluida que fluye en todas las aberturas de polímero de la segunda sección del conducto de gas. Por lo tanto se logra un mejor desempeño mediante un proceso más eficiente a menor costo que produce unas microfibras de mejor calidad o unas tramas fibrosas de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro con una producción comercialmente viable. Entre otras ventajas, el proceso es más eficiente puesto que evita el contraflujo del polímero y/o la acumulación en el extremo del gas en el proceso de formación de la fibra. La trama o el entretejido resultante son de excelente calidad, puesto que la trama posee una gran uniformidad, incluso a tamaños de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro, y con menos defectos en las fibras y en la trama.

En la presente invención se disponen unas microfibras de excelente calidad, con una distribución apretada del diámetro de las fibras con mínimos defectos de fibras. Para los fines de la presente, una fibra de "excelente calidad" se define predominantemente como unas fibras con diámetros inferiores a un micrómetro con una distribución apretada del diámetro de las fibras, con defectos mínimos en la fibra como motas y polvo. "Mota" se define como una masa de polímero discontinua sin desfibrar, esencialmente esférica o en forma de elipse o combinaciones de las mismas, donde la dimensión más grande de la masa discontinua varía de 10 a 500 micrómetros. A modo de ilustración no limitante, la FIG. 15 es una vista representativa (500x) que muestra microfibras con motas producidas con un equipo y unas condiciones de proceso convencionales para manufacturar fibras. La mota crea y deja grandes poros y otros defectos en una trama formada por las microfibras. La FIG. 16 es una vista representativa (500x) que muestra las microfibras con muy pocas o sin motas que se manufactura con un sistema de tobera operado de acuerdo con una incorporación de la presente invención. Se dispone una buena distribución de la fibra y se obtiene una fibra de polímero y una conversión de calidad de la trama más eficiente en la trama fibrosa que aparece en la FIG. 16. El "polvo" es otro defecto de la fibra, donde el polímero se cizalla de manera descontrolada o excesiva formando masas de polímero esencialmente esféricas o en forma de elipse, o combinaciones de las mismas, donde la dimensión más grande es menor a 10 micrómetros. Una calidad de fibra baja e indeseada puede tener unos diámetros de fibra de rango excesivo, o puede contener grandes cantidades de polvo o grandes cantidades de motas. Una calidad de fibra particularmente deficiente, o el efecto de desfibrado puede contener una mota grande, usualmente con un diámetro superior a 40 micrómetros, donde la masa tiene suficiente fuerza de movimiento y energía térmica (es decir, temperatura) para penetrar a través de la totalidad del espesor de la trama no tejida y formar un defecto

nítido de "orificio minúsculo" en la misma, la cual se puede identificar muy bien visualmente si se examina bajo una lupa (es decir, ampliada más de 10 veces o 10x) de la trama. Por lo tanto, una trama manufacturada mediante un desfibrado de excelente calidad, y las fibras, tiene una distribución apretada del diámetro de las fibras, no tiene o hay una cantidad pequeña de polvo por debajo de un promedio de 10 partículas por milímetro cuadrado, no tiene o hay una poca cantidad de mota por debajo de un promedio de 10 partículas por milímetro cuadrado, y no tiene o hay una cantidad insignificante de motas del tipo de penetración y formación de orificios minúsculos. Estas mediciones y evaluaciones se pueden realizar mediante unos microscopios ópticos con un aumento de 10X o preferiblemente con unas fotografías de un escaneo microscópico de electrones (para ver el polvo y las motas). Con el fin de determinar un promedio, se debe tomar por lo menos diez o preferiblemente más de veinte muestras de una condición de producción o durante un periodo de producción determinado y se deben evaluar en esta forma para conocer la presencia de polvo y motas.

Las tramas fibrosas producidas de conformidad con la presente invención pueden incluir fibras que exhiben uno o varios diámetros de fibra. Los diámetros de fibra pueden variar desde las fibras con diámetros inferiores a un micrómetro hasta diámetros de microfibra. Para los fines de la presente, "diámetro de fibra" se determina mediante el SEM y el análisis de imagen. Aunque no se limita a lo anterior, el promedio de diámetro de las fibras puede ser por ejemplo, alrededor de 0.1 a alrededor de 1 micrómetros, particularmente alrededor de 0.1 a alrededor de 0.9 micrómetros y más particularmente alrededor de 0.3 a alrededor de 0.6 micrómetros. Las materias primas de la trama no tejida recolectadas directamente del proceso de la presente invención generalmente pueden comprender más de 35%, particularmente más de 75%, más particularmente más de 95% y más particularmente más de 99% de fibras de menos de un micrómetro. La desviación estándar de la distribución del diámetro de las fibras generalmente puede ser menor a alrededor de 0.5 micrómetros, particularmente menor a alrededor de 0.3 micrómetros. Además, el material no tejido de la presente invención puede exhibir unos pesos de base que varían desde muy livianos hasta muy pesados. Por ejemplo, y no a modo de limitación, las telas pueden tener un peso de base que varía entre menos de alrededor de 5 gramos por metro cuadrado ( $\text{g/m}^2$ ), a telas que tienen un peso de base mayor a alrededor de 200  $\text{g/m}^2$ . En una incorporación particular, las tramas de productos no tejidos comprenden fibras con los rangos de fibras inferiores a un micrómetro ya indicados, con un peso de base de alrededor de 0.01 a 200  $\text{g/m}^2$ , particularmente

alrededor de 0.1 a alrededor de 50 g/m<sup>2</sup>. El peso de base de los productos de trama no tejida puede ser variado dependiendo de la aplicación prevista para la trama. Para unas aplicaciones de un peso más liviano, el peso de base de la capa de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro puede ser, por ejemplo, menos de alrededor de 10 g/m<sup>2</sup>, dependiendo del uso de la trama no tejida. Puede ser deseable formar una trama mediante varias capas superpuestas. La capa de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro se pueden combinar con una, dos o más capas iguales o diferentes. Una trama compuesta puede comprender, por ejemplo, una construcción de tres componentes: una capa hilada y pegada / una capa de fibras con un diámetro inferior a un micrómetro / una capa hilada y pegada. Otro ejemplo de una trama compuesta puede estar conformada por una estructura de capa hilada y pegada / una capa fundida soplada de fibras con diámetros de 1-10 micrómetros / una capa de fibra de fibrilación de película fundida con un diámetro inferior a un micrómetro / una capa hilada y pegada.

Los pesos de base para todas las tramas compuestas pueden variar, por ejemplo, entre alrededor de 5 g/m<sup>2</sup> hasta alrededor de 200 g/m<sup>2</sup> o más, pero pueden variar dependiendo del número y los tipos de capas ensambladas juntas.

Se puede producir una trama fibrosa uniforme con diámetros inferiores a un micrómetro mediante el proceso de la presente invención. Se puede medir la uniformidad de la trama a través de diversos métodos. Además de la tasa de mota y de polvo descrita arriba, otros ejemplos de métricas de uniformidad incluyen un bajo coeficiente de variación del diámetro de los poros, el peso de base, la permeabilidad del aire y/o la opacidad. Uniformidad también puede significar ausencia de manojos de fibras o cables, o de unos orificios visibles, u otros defectos. La uniformidad también se puede evaluar mediante la medición de la hidropermeabilidad u otra barrera líquida de la trama. Se puede determinar el diámetro del poro mediante unos métodos conocidos por aquellos con destreza en el arte. El diámetro medio del poro de una capa de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro puede ser inferior a alrededor de 15 micrómetros. El coeficiente de variación deseado de una trama uniforme puede ser inferior al 20%. La ausencia de manojos de fibras se puede medir al contar el número de cables o de manojos de fibras en un área medida de la trama; esto se hace mejor conjuntamente con una evaluación de motas y de polvo. La ausencia de orificios también se puede medir al contar el número de orificios que tiene un diámetro que excede determinado límite en un área medida de la trama. Se puede utilizar un microscopio óptico con un aumento de 10-

100x o un microscopio de escaneo de electrones u otro medio de ampliación. Por ejemplo se pueden contar los orificios si son visibles al ojo empleando una caja de luz o si tienen un diámetro superior a los 100 micrómetros.

La presente invención se puede implementar en una amplia variedad de materiales poliméricos y la trama no tejida se puede utilizar en una enorme gama de artículos, por sí mismos o en combinación con otros materiales. La tela no tejida producida de conformidad con la invención puede incluir una o varias capas fibrosas, al igual que tejidos, lienzos, películas y combinaciones de los mismos, y se pueden utilizar en la manufactura de numerosos productos para el aseo del hogar, la higiene personal, médicos y demás productos terminados donde se puede utilizar una tela sin tejer. Por ejemplo se puede emplear la trama no tejida para filtros de gas o de líquidos, atuendos médicos, toallitas húmedas médicas, materiales de construcción para revestimiento térmico y acústico, pañales, pantaloncillos de entrenamiento, toallas para la incontinencia en adultos, productos catameniales como toallas higiénicas femeninas y protectores femeninos, tampones, artículos de aseo personal, artículos de cuidado personal y toallitas de cuidado personal como toallitas para bebé, toallitas para la limpieza facial, toallitas para el cuerpo y toallitas femeninas y combinaciones de los mismos. Además la tela se puede emplear como gasa médica o como materiales quirúrgicos similares, para absorber las exudaciones provenientes de heridas y para ayudar a retirar las filtraciones de puntos quirúrgicos. Otros usos finales incluyen las toallitas higiénicas antibacterianas húmedas o secas, o las toallitas para la limpieza de superficies duras; para el cuidado médico, industrial, automotriz, del hogar, de los servicios de comida y los mercados del arte gráfico que se pueden sostener fácilmente en la mano para limpiar, y demás.

El material no tejido de la presente invención también se puede incluir en construcciones adecuadas para atuendos médicos e industriales de protección, como batas, ropajes, camisas, lonas, batas de laboratorio, máscaras para el rostro y similares y cubiertas de protección, incluyendo cubiertas para vehículos como automóviles, camiones, barcos, aviones, motocicletas, bicicletas, carros de golf; al igual que forros para equipos que permanecen a la intemperie como asadores, equipos para el jardín como máquinas podadoras y arados giratorios, muebles de jardín, cubiertas para el piso, manteles y forros para las áreas de picnic. En una incorporación particular, el material no tejido se emplea en un artículo seleccionado entre el grupo conformado por vendajes, pañales, pantaloncillos de entrenamiento, pañales para la incontinencia en adultos, productos catameniales como toallas higiénicas femeninas y protectores femeninos,

tampones, artículos de aseo personal, artículos de cuidado personal y toallitas de cuidado personal como toallitas para bebé, toallitas para la limpieza facial, toallitas para el cuerpo y toallitas femeninas y combinaciones de los mismos. Los materiales no tejidos también pueden emplearse en artículos para la cama como protectores de colchones, cobijas, cobertores, forros para cobija de plumas y cubrecamas. Adicionalmente tienen aplicaciones acústicas como los componentes interiores y exteriores de los vehículos, como la base de los tapetes, equipos de aislamiento y cubiertas para maquinaria y para paredes. Además los materiales no tejidos son útiles en diversas aplicaciones de filtración, incluyendo colectores industriales de polvo y filtros para la piscina y el spa. El material no tejido también se puede emplear en otras aplicaciones como los separadores de batería o como recipientes de agentes/partículas (por ejemplo soportes para catalizadores).

Dependiendo de la aplicación final deseada para la tela no tejida, se pueden incluir unos aditivos específicos directamente en el polímero fundido o se pueden aplicar después de la formación de la trama. Unos ejemplos apropiados y no limitantes de dichos aditivos comprenden unos aditivos que mejoran o impiden la absorbencia, estabilizantes UV, retardantes de fuego, tinturas y pigmentos, fragancias, protectores para la piel, tensoactivos, solventes industriales funcionales acuosos y no acuosos como aceites de plantas, aceites de animales, terpenoides, aceites de silicona, aceites minerales, aceites minerales blancos, solventes parafínicos, polibutílenos, poliisobutílenos, polialfaolefinas y mezclas de los mismos, toluenos, agentes secuestrantes, inhibidores de corrosión, abrasivos, destilados del petróleo, desengrasantes y combinaciones de los mismos. Unos aditivos adicionales incluyen una composición antibacteriana, incluyendo pero no limitada a yodos, alcoholes como etanol o propanol, biocidas, abrasivos, materiales metálicos como óxido de metal, sales de metal, complejos de metal, aleaciones de metal o mezclas de los mismos, complejos bacterioestáticos, complejos bactericidas y combinaciones de los mismos.

Todas las cantidades, las partes, las proporciones y los porcentajes descritos en la presente se dan en peso, salvo si se indica en contrario. El siguiente ejemplo no limitante ilustra la presente invención aún más.

#### EJEMPLO

Se empleó una extrusora (6,35 centímetros de diámetro, extrusora de un solo tornillo) y un cuerpo convencional de fusión y soplado de boquilla (63,5 centímetros de ancho) para proporcionar una fuente de 1800 MFR polipropileno. La temperatura de la

extrusora fue de 343.33°C. Se montó una tobera que tenía una configuración similar a la FIG. 4 sobre un cuerpo convencional de fusión y soplado de boquilla utilizando un montaje de perno y arandela en una región superior plana en el dispositivo de la tobera. Se alimentó una fuente de aire presurizado desde una fuente de aire al orificio de entrada de la tobera mediante unas conexiones y unos sellos herméticos. La tobera tenía las siguientes características geométricas (empleando la FIG. 4 como un ejemplo no limitante): 0,04064 centímetros como la distancia mínima entre las paredes opuestas 5 y 6 en la sección del cuello 9; una pared fría convergente 5 a un ángulo  $\theta$  de 1.5 grados negativo hacia el plano bisectriz 7; una pared caliente divergente a un ángulo  $\beta$  de 2 grados desde el plano bisectriz 7; el conducto de polímero entrando en la segunda sección en la segunda porción corriente abajo de la segunda sección con un diámetro hidráulico de alrededor de 0,02032 centímetros orientado en un ángulo  $\gamma$  de alrededor de 32 grados con la pared caliente 6; la longitud de la superficie de fiberización  $\delta$  del polímero era prácticamente cero. La sección convergente 8 tenía una longitud vertical de alrededor de 0,2286 centímetros con el ángulo bisectriz  $\alpha$  de alrededor de 30 grados. La sección del cuello 9 tenía una longitud vertical de alrededor de 0,0254 centímetros, y la sección divergente 10 tenía una longitud vertical de alrededor de 0,508 centímetros. Se introdujo el aire presurizado en el extremo de entrada (sección convergente) de la tobera a una velocidad de flujo de 300 scfm (pies cúbicos estándar por minuto) y el aire se encontraba a una temperatura de 26.67°C. Se recolectó y analizó un producto de trama no tejida que reveló los siguientes atributos: 17.2 g/m<sup>2</sup> peso de base total de la configuración de capa hilada y pegada / capa de fibra con diámetros inferiores a un micrómetro / capa hilada y pegada; el contenido estimado de fibra producida por el aparato de la tobera de la invención actual fue de alrededor de 15% (2.7 g/m<sup>2</sup>); el diámetro medio de las fibras en la capa de fibras con diámetros inferiores a un micrómetro: 0.45 micrómetros; la desviación estándar : 0.15 tasa de desviación estándar / media de distribución del diámetro de la fibra con diámetros inferiores a un micrómetro = 0.33 y rango del diámetro de la fibra: 0.1 a 0.85 micrómetros.

De lo anterior se observará que se pueden realizar numerosas modificaciones y variaciones sin alejarse del verdadero espíritu y ámbito del novedoso concepto de la presente invención. Igualmente se deberá entender que no se propone ni se deberá inferir ninguna limitación con respecto a las incorporaciones específicas ilustradas en la presente. La divulgación tiene la finalidad de abarcar, con las reivindicaciones adjuntas, todas aquellas modificaciones que caigan dentro del ámbito de las reivindicaciones.