

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 767**

51 Int. Cl.:

B01D 39/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2012 E 12750664 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2741838**

54 Título: **Medios de filtración de líquido que contienen fibras sopladas en estado fundido**

30 Prioridad:

12.08.2011 US 201161523068 P

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

22.09.2016

73 Titular/es:

**DONALDSON COMPANY, INC. (100.0%)
1400 West 94th Street P.O. Box 1299
Minneapolis, MN 55440-1299, US**

72 Inventor/es:

**MADSEN, MIKE J. y
BABCOCK, BRIAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 583 767 T3

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

DESCRIPCIÓN

Medios de filtración de líquido que contienen fibras sopladas en estado fundido

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a medios de filtración, elementos de filtrado, y a métodos de filtrado de combustibles líquidos. En particular, la invención se refiere a medios de filtración para la eliminación de productos de degradación del combustible FDP (por sus siglas en inglés, Fuel Degradation Products) y otros contaminantes procedentes de combustibles líquidos.

Antecedentes

10 Los combustibles líquidos, tales como el combustible diésel, se utilizan en motores de combustión interna de varias configuraciones y tamaños. Tales combustibles generalmente se deben filtrar con el fin de eliminar los contaminantes en forma de partículas, que de otro modo pueden crear problemas significativos en el rendimiento del motor y pueden dar lugar a daños en el motor. Generalmente se han requerido medios de filtrado para la eliminación de estos contaminantes en forma de partículas para eliminar porcentajes muy altos de partículas, requiriéndose el uso de medios de filtrado con estructuras de poro denso. Sin tales estructuras de poro denso, pueden pasar a través de los medios de filtrado niveles inaceptables de partículas y afectar perjudicialmente al rendimiento del motor.

15 Un medio utilizado actualmente para la eliminación de contaminantes en forma de partículas procedentes de las corrientes de combustibles son los medios soplados en estado fundido. Aunque los medios soplados en estado fundido pueden llevar a cabo de manera adecuada la eliminación de contaminantes en forma de partículas procedentes de los combustibles líquidos, los medios soplados en estado fundido se pueden ensuciar fácilmente por acumulación de contaminantes distintos de los contaminantes en forma de partículas tradicionales. Este ensuciamiento prematuro parece pronunciarse particularmente en situaciones en las que el combustible experimenta ciclos repetidos de calentamiento y enfriamiento, tal como en los sistemas de conducto común utilizados en muchos motores diésel. En tales sistemas, el combustible diésel se bombea desde un depósito de combustible a alta presión a lo largo de un conducto común (o raíl) que está conectado a múltiples inyectores de combustible. Parte del combustible diésel pasa a través de los inyectores de combustible y se quema, pero el resto se devuelve al depósito de combustible a una temperatura mayor como resultado de su recorrido por el raíl común a través de partes del motor diésel caliente. Una vez de vuelta en el depósito, el combustible se enfría rápidamente. Se cree que los ciclos repetidos de calentamiento y enfriamiento del combustible contribuyen a la producción de productos de degradación del combustible que aceleran el ensuciamiento de los medios de filtrado de combustible tradicional.

20 Además de los materiales obstructores de filtros generados como resultado de los ciclos de calentamiento y enfriamiento, las fuentes adicionales de contaminantes que pueden reducir el rendimiento del filtro de combustible incluyen ingredientes que se encuentran en diversas mezclas de biodiésel. Aunque a menudo distintos en origen de los productos de degradación del combustible formados durante los ciclos de calentamiento y enfriamiento, estos contaminantes también pueden contribuir a reducciones significativas en la vida del filtro de combustible mediante la acumulación en el medio de filtrado. Por último, incluso el envejecimiento normal de combustible, especialmente cuando se produce a temperaturas aumentadas, puede dar lugar a la producción de contaminantes del combustible, que además limitan la vida del filtro de combustible debido al ensuciamiento y obstrucción de los medios de filtrado antes de lo que de otro modo cabría esperar si solo estuvieran presentes contaminantes en forma de partículas duras.

25 Por lo tanto, existe una necesidad sustancial de medios de filtrado, elementos de filtrado, y de métodos de filtración que se pueden usar para eliminar los materiales contaminantes de las corrientes de combustible líquido.

El documento US 2006/096263 A1 describe un medio de filtrado que comprende dos tipos distintos de fibras con diferentes diámetros.

Sumario de la invención

30 La presente invención se refiere a un filtro para filtrar combustibles líquidos de acuerdo con la reivindicación 1.

35 En un primer ejemplo de realización, el medio de filtrado comprende una capa aguas arriba del medio de filtrado y una capa aguas abajo del medio de filtrado. La capa aguas arriba del medio de filtrado contiene fibras poliméricas sopladas en estado fundido, tales como fibras de poliéster. La capa aguas abajo del medio de filtrado comprende fibras de celulosa. En este ejemplo de realización, la capa aguas arriba del medio que contienen fibras sopladas en estado fundido se puede laminar al medio de celulosa aguas abajo. La capa aguas arriba del medio elimina los productos de degradación del combustible de tal manera que se conserva la vida del filtro, o incluso se extiende, en relación a los medios de filtrado de la técnica anterior.

La capa de celulosa aguas abajo ejerce una doble función como capa de soporte de la capa de filtrado aguas arriba, al tiempo que también funciona para eliminar las partículas duras de la corriente de combustible. La eliminación aguas arriba de los productos de degradación del combustible evita el ensuciamiento de la capa de celulosa aguas abajo con los productos de degradación del combustible, permitiendo así que la capa de celulosa aguas abajo capture partículas duras sin ensuciamiento prematuro, a pesar de una estructura de poro denso. Además, en ciertas realizaciones la capa de celulosa aguas abajo se puede construir con una estructura de poros más densa de lo que sería posible sin la capa (o capas) aguas arriba de los medios que contienen fibras sopladadas en estado fundido, ya que la capa (o capas) aguas arriba elimina los productos de degradación del combustible (o productos contaminantes del combustible) que de otra modo ensuciarían de forma prematura las estructuras de poro más densas.

Más generalmente, la invención se refiere a diversas estructuras de filtrado que permiten la eliminación de contaminantes tales como los productos de degradación del combustible y otros productos de contaminación del combustible. Tales estructuras de filtrado comprenden una o más áreas del medio de filtrado que contienen una mezcla de al menos dos tipos de fibras: (1) una fibra de medios y (2) una fibra de soporte. La fibra de medios generalmente la fibra que proporciona propiedades de filtración primaria al medio, así como un tamaño de poro controlable, permeabilidad y eficiencia. La fibra de medios utilizada de acuerdo con la invención puede ser, por ejemplo, fibra soplada en estado fundido, fibra de vidrio o fibra de carbono. La fibra de soporte puede ser, por ejemplo, fibra soplada en estado fundido o fibra bicomponente. Las fibras sopladadas en estado fundido adecuadas incluyen, en particular, fibras de poliéster.

La fibra de soporte proporciona soporte para la fibra de medios y añade una mejor manipulación, una mayor fuerza, y da lugar a una menor compresibilidad para el medio. El uso de la fibra de soporte reduce la compresibilidad y permite una menor solidez, aumenta la fuerza de tracción y mejora la unión de la fibra de medios tales como la fibra soplada en estado fundido o la fibra de vidrio y otros materiales de fibra de sub-micrométricos que se añaden a la capa del medio o al elemento de filtrado.

En realizaciones de ejemplo, la fibra de medios tiene un diámetro medio menor de 5 micrómetros, mientras que la fibra de soporte tiene un diámetro medio mayor de 5 micrómetros. Más comúnmente, la fibra de medios tendrá un diámetro medio de 0,1 a 20 micrómetros, y opcionalmente de 0,1 a 15 micrómetros. En algunas implementaciones la fibra de medios tendrá un diámetro medio de 0,4 a 12 micrómetros y, en algunas implementaciones de 0,4 a 6,5 micrómetros. A menudo se desean fibras de medios con un diámetro medio menor de 10 micrómetros, menor de 7,5 micrómetros, menor de 6,5 micrómetros, y menor de 5 micrómetros.

La fibra de soporte tendrá normalmente un diámetro de 5 a 40 micrómetros, más normalmente de 7 a 20 micrómetros, y a menudo de 10 a 14 micrómetros. En ciertas implementaciones la fibra de soporte tendrá un diámetro medio mayor de 5 micrómetros, mayor de 7 micrómetros, mayor de 10 micrómetros, mayor de 20 micrómetros, o mayor de 30 micrómetros. Se observará que el diámetro tanto de la fibra de medios como de la fibra de soporte puede ser variable. En algunos casos, los diámetros de la fibra variarán a lo largo de sus longitudes, mientras que se incorporarán más comúnmente múltiples fibras diferentes de varios diámetros. Se entenderá que, como se usa en este documento, los diámetros de fibra se basan en diámetros medios de fibra para las fibras presentes en el medio.

Una característica adicional del medio de filtrado fabricado de acuerdo con la presente invención, y en particular esa parte del medio asociada con la retención de los FDP (y contaminantes relacionados), es que el medio tiene comúnmente un nivel de solidez relativamente bajo. Como se usa en el presente documento, la solidez es el volumen de fibra sólida dividido entre el volumen total del medio de filtrado en cuestión, normalmente expresado como un porcentaje. En una implementación típica, la solidez del medio de filtrado asociada con la retención de FDP es menor del 15 por ciento, más normalmente menor del 12 por ciento, y más frecuentemente menor del 10 por ciento. En ciertas realizaciones la solidez es menor del 9 por ciento, menor del 8 por ciento, o menor del 7 por ciento.

Una característica adicional del medio de filtrado fabricado de acuerdo con la presente invención es que es relativamente incompresible, especialmente con relación a la solidez del medio. En un primer ejemplo de realización, el medio de filtrado tiene una compresibilidad menor del 40 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm². En otras implementaciones el medio de filtrado tiene una compresibilidad menor del 30 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm², menor del 20 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm², y menor del 10 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm². Por tanto, se entiende que el medio de filtrado de la presente invención, al menos la parte del medio más adecuada para la eliminación de FDP, tendrá comúnmente una solidez relativamente baja, así como una compresibilidad relativamente baja (o alta rigidez).

Las estructuras de poro del medio proporcionan nuevas métricas mediante las cuales se pueden medir las propiedades del medio asociadas con la retención de FDP. En general, es posible caracterizar las propiedades de un medio poroso en términos de parámetros tales como el poro de flujo medio, el poro de flujo modal, y el poro de flujo máximo. De acuerdo con las enseñanzas de la presente invención, en general se desea tener al menos una parte del medio con pequeños poros de flujo medio, al mismo tiempo que también tenga un poro de flujo máximo

grande.

5 La relación entre el tamaño de poro máximo y el tamaño de poro de flujo medio menudo es de al menos 2,5, opcionalmente de al menos 5,0, y, en algunas implementaciones mayor que 7,5. En ciertas realizaciones, en las que el poro de flujo medio es muy pequeño y el poro de flujo máximo es relativamente alto, esta relación puede ser mayor que 10,0, y, opcionalmente mayor que 12,5 o 15. Relaciones altas entre el poro de flujo máximo y el poro de flujo medio reflejan una distribución de tamaños de poro más amplia, que se puede proporcionar para reducir el ensuciamiento procedente de los contaminantes FDP (y similares).

10 El medio también se puede seleccionar para tener una distribución favorable de tamaño de poro, medido por la relación de tamaños de poro en el percentil 15,9 y en el percentil 50, que es la desviación típica geométrica de una distribución logarítmica normal (una distribución que es normal para el valor del logaritmo transformado). Aunque la distribución del tamaño de poro medio no es necesariamente logarítmica normal, se emplea aquí la relación para aproximar la desviación típica geométrica de la distribución del tamaño de poro. A menos que se indique lo contrario, la desviación típica geométrica mencionada a continuación se referirá a la relación definida anteriormente. La desviación típica geométrica es análoga a la pendiente de la curva del diámetro de poro representada frente al volumen de poros acumulativo. Una desviación típica geométrica de 1,0 da un único tamaño de poro, mientras que una desviación típica geométrica mayor refleja una ampliación de la distribución de los poros. Por lo tanto, una desviación típica geométrica de 1,2 refleja una distribución estrecha, y una desviación típica geométrica de 2,0 indica una distribución significativamente más amplia. Una desviación típica geométrica de 2,5 es una distribución relativamente amplia. Una desviación típica geométrica de 3,0 es una distribución muy amplia. Generalmente, el material de filtrado aguas arriba de la presente invención, que contiene fibra de medios y fibra de soporte, tendrá una desviación típica geométrica mayor que 2,0, más comúnmente mayor que 3,0, y, en algunas implementaciones mayor que 4,0.

25 Como se ha señalado anteriormente, el medio de filtrado fabricado de acuerdo con la presente invención está a menudo comprendido por dos o más capas: un material de filtrado aguas arriba (que contiene fibra de medios y fibra de soporte, tales como: fibras sopladas en estado fundido, fibra de vidrio y fibras bicomponente, fibra de vidrio y fibras sopladas en estado fundido; o fibras sopladas en estado fundido y fibras bicomponente) se combina de manera deseable con un material de filtrado aguas abajo. Este material de filtrado aguas abajo se selecciona generalmente para favorecer la eliminación de contaminantes en forma de partículas. El material aguas abajo puede comprender, por ejemplo, fibra de celulosa.

30 En algunas realizaciones, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo. Por ejemplo, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba (bicomponente/vidrio) puede ser al menos un 20 por ciento o al menos un 40 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo (medio de celulosa). En otra realización, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es al menos un 20 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo; y el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas arriba es menor del 90 por ciento del tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo. En algunas realizaciones, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo. Por ejemplo, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba puede ser al menos un 40 por ciento mayor o al menos un 60 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo. En algunas realizaciones, el tamaño de poro de flujo de la parte aguas arriba es menor que el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo. Por ejemplo, el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas arriba puede ser menor que el 70 por ciento o menor que el 50 por ciento del tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo.

Se apreciará que la parte aguas abajo puede contener fibra que tiene un diámetro medio o una sección transversal mayor que el diámetro medio de la fibra de medios de la parte aguas arriba.

45 A lo largo de esta especificación, se proporcionan descripciones en cuanto a las propiedades de las diversas partes de los medios de filtrado. En particular, se describen las propiedades para los medios de filtrado que tienen atributos específicos, tales como el diámetro de la fibra, la solidez, la compresibilidad, el poro de flujo medio, el poro de flujo modal y el poro de flujo máximo. Se entenderá que el medio hecho de acuerdo con la presente invención mostrará a menudo una variabilidad no intencionada en estas propiedades, tal como la variabilidad a lo largo de una red de medios, así como la variabilidad no intencionada a lo largo del espesor o profundidad de una hoja de medios. Además, puede haber una variación intencionada de las propiedades del medio de filtrado, tal como al proporcionar múltiples capas de medios con propiedades intencionalmente diferentes, o al proporcionar un medio con una construcción de gradiente tal que las propiedades del medio cambien gradualmente a lo largo de la profundidad del medio. Se entenderá que tal variabilidad no intencionada, así como la variación intencionada, están destinadas a entrar dentro del alcance de la presente invención.

55 El resumen anterior de la presente invención no está destinado a describir cada realización analizada de la presente invención. Este es el propósito de las figuras y de la descripción detallada que siguen a continuación

Figuras

La invención puede entenderse más completamente en relación con los siguientes dibujos, en los que:

- 5 La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de combustible para un motor diésel.
- La figura 2 es un gráfico de densidad de poros frente a diámetro para mostrar el tamaño de poro modal para un medio.
- La figura 3 es un gráfico de distribución acumulativa de tamaño de poro para mostrar el tamaño de poro de flujo medio para un medio.
- La figura 4A es una vista esquemática en sección transversal de una construcción del medio de filtrado fabricado de acuerdo con una implementación de la invención.
- 10 La figura 4B es una vista esquemática en sección transversal de una segunda construcción del medio de filtrado fabricado de acuerdo con una implementación de la invención.
- La figura 4C es una vista esquemática en sección transversal de una tercera construcción del medio de filtrado fabricado de acuerdo con una implementación de la invención
- La figura 4D es una vista esquemática en sección transversal de una cuarta construcción del medio de filtrado fabricado de acuerdo con una implementación de la invención.
- 15 La figura 5 es una representación esquemática de una sección transversal de una parte de una estructura de filtrado de acuerdo con una realización de la invención, que muestra los tamaños de poro relativos.
- La figura 6 es un filtro de combustible de etapas múltiples de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 20 Aunque la invención es susceptible de diferentes modificaciones y formas alternativas, se han mostrado detalles de la misma a modo de ejemplo y dibujos, y se describirán en detalle. Debe entenderse, sin embargo, que la invención no se limita a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es cubrir las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del espíritu y alcance de la invención.

Descripción detallada

- 25 La presente invención se refiere, en parte, a medios de filtrado y elementos de filtrado para la eliminación de material contaminante procedente de una corriente de combustible líquido. Los elementos y los medios de filtrado están configurados para la eliminación de contaminantes adicionales además de partículas duras, estos contaminantes adicionales, incluyen (por ejemplo) ceras, asfaltenos, glucósidos de esteroides, glucósidos de esteroides, glicósidos de esteroides y productos de degradación del combustible – referidos colectivamente como productos de contaminación del combustible. Los elementos y los medios de filtrado permiten mejorar el rendimiento y la longevidad del filtro.
- 30

35 Aunque los medios de filtración de combustible existentes pueden llevar a cabo de manera adecuada la eliminación de contaminantes en forma de partículas procedentes de los combustibles líquidos, los medios existentes pueden ensuciarse prematuramente por la acumulación de contaminantes distintos de los contaminantes en forma de partículas tradicionales. Este ensuciamiento prematuro parece pronunciarse particularmente en situaciones en las que el combustible sufre ciclos repetidos de calentamiento y enfriamiento, como en los sistemas de conducto común que se utilizan en muchos motores diésel.

40 La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de combustible de conducto común de un motor diésel. En la figura 1, un depósito de combustible 100 está en comunicación fluida con una bomba de combustible 102 y con un filtro de combustible 104. El combustible se bombea desde el depósito de combustible 100 a través del filtro 104, y entonces en un conducto común 106 que sirve como un colector a partir del cual se distribuye el combustible diésel a una pluralidad de inyectores 108. Parte del combustible pasa a través de los inyectores 108 a las cámaras de combustión, pero se permite que el exceso de combustible salga a través de la línea de retorno 110 al depósito de combustible 100. El combustible que se devuelve al depósito de combustible, retorna a una temperatura aumentada como resultado de viajar por el conducto común a través de partes del motor diésel caliente. El combustible se enfría al regresar al depósito de combustible. De esta manera, partes del combustible en el depósito se calientan y se enfrían continuamente cuando el motor está en marcha.

45 Se cree que los ciclos repetidos de calentamiento y enfriamiento del combustible dan lugar a la producción de productos de degradación del combustible (FDP). Los FDP se pueden acumular rápidamente en los medios de filtrado de combustible tradicionales, dando como resultado el ensuciamiento prematuro de los medios. Tal ensuciamiento puede ocurrir, por ejemplo, en un medio de filtrado de poliéster soplado en estado fundido, así como en un medio de filtrado de celulosa. El ensuciamiento ocurre porque los FDP, y potencialmente otros productos contaminantes del combustible (tales como diversas ceras, asfaltenos, glucósidos de esteroides, glucósidos de esteroides, glicósidos de esteroides) se acumulan en el medio de filtrado, provocando el taponamiento de los poros y el fallo prematuro.

55

La presente invención supera las deficiencias de la técnica anterior proporcionando una construcción del medio que elimina los contaminantes del combustible de tal manera que su impacto en el rendimiento del filtro y en la vida del filtro puede ser limitado. En particular, la presente invención proporciona una o más capas o áreas del medio que retienen eficazmente los contaminantes tales como los FDP, mientras que se construyen para evitar que se taponen de forma prematura. Al retener eficazmente los FDP, otros componentes dentro del filtro (incluyendo en algunos casos otras capas dentro de un medio multicapa) evitan el taponamiento prematuro. El resultado es una vida más larga, mejores rendimientos del medio de filtrado y de los elementos de filtrado.

En un ejemplo de realización de la invención, el medio de filtrado comprende diversos tamaños de fibras laminadas sopladas en estado fundido en el lado aguas arriba del medio de celulosa, ejerciendo la celulosa también una doble función como filtro de partículas duras y como soporte para el vidrio unido térmicamente. El medio soplado en estado fundido funciona para eliminar los FDP de una manera tal que los FDP se eliminan a la vez que se evita el taponamiento prematuro de la capa de celulosa. Esta mejora de rendimiento se consigue, en parte, mediante la selección de una mezcla de fibras de modo que el medio tenga una solidez relativamente baja, al tiempo que mantenga una compresibilidad relativamente baja. Normalmente algunas de las fibras son relativamente delgadas y están en altas concentraciones, mientras que otras fibras son relativamente gruesas y están en concentraciones más bajas, dando lugar a un medio que tiene pequeños tamaños de poro de flujo medio, pero también normalmente tamaños de poro máximo relativamente altos.

El uso de un medio que tenga una solidez y una compresibilidad relativamente bajas, al tiempo que también tenga un pequeño tamaño de poro de flujo medio, pero un tamaño de poro de flujo máximo alto, da como resultado una construcción de medio que elimina de forma efectiva los compuestos FDP sin taponamiento prematuro. Los materiales preferidos para la fibra de medios son los que tienen una resistencia a la tracción relativamente alta y se pueden tornearse en estado fundido en fibras de pequeño diámetro. Los materiales preferidos para fibra de soporte tienen valores relativamente más altos para el módulo de elasticidad que los materiales utilizados para las fibras de medios.

El rendimiento del medio se puede medir por un factor de solidez y compresión, factor CS (por sus siglas en inglés, compressibility-solidity factor) que se determina como el múltiplo del porcentaje de compresión de solidez por el porcentaje de solidez. En ambos casos, se prefieren generalmente los números más bajos. Un porcentaje de compresión del 40 por ciento, multiplicado por una solidez del 15 por ciento, da un factor CS de 600. Un porcentaje de compresión del 10 por ciento, junto con un porcentaje de solidez del 10 por ciento, proporcionará un factor CS de 100. Generalmente, se desea un factor CS por debajo de 600. Factores CS menores de 500, menores de 450, menores de 400, y menores de 350 son todos adecuados para ciertas implementaciones de la invención. Se pueden desear particularmente factores CS menores de 300, ya que son factores CS menores de 250, menores de 200, e incluso menores de 150. Los factores CS menores de 150 son también deseables, en particular menores de 125, menores de 100, y menores de 75.

Se describirán ahora con más detalle materiales y configuraciones de medios y de elementos de filtrado adecuados, incluyendo una exposición del medio para la eliminación de productos contaminantes del combustible (especialmente FDP), seguida por una exposición de las configuraciones de diversos medios que tiene capas o áreas de medios adicionales para la eliminación tanto de los contaminantes FDP como de los contaminantes tradicionales, una exposición de las configuraciones de elementos de filtrado, y una exposición de los resultados experimentales.

Medios para la eliminación de productos contaminantes del combustible (incluidos los productos de degradación del combustible)

La presente invención se refiere, en parte, a diversas estructuras de filtrado que permiten la eliminación de contaminantes tales como los productos de degradación del combustible, y en algunas implementaciones, contaminantes tales como ceras, asfaltenos, glucósidos de esteroides, glucósidos de esteroides, glicósidos de esteroides. Tales estructuras de filtrado pueden contener una o más capas o áreas de medios de filtrado que contienen una mezcla de dos (o más) tipos de fibras: (1) una fibra de medios y (2) una fibra de soporte. Estas fibras se seleccionan normalmente para incluir al menos algunas fibras sopladas en estado fundido, opcionalmente con el uso de fibras no sopladas en estado fundido.

Las fibras sopladas en estado fundido generalmente se forman por extrusión de un material termoplástico fundido a través de una pluralidad de capilares de troquel en forma de hilos o filamentos fundidos en la convergencia de corrientes a alta velocidad, generalmente de gas caliente (por ejemplo aire) que atenúan los filamentos de material termoplástico fundido para reducir su diámetro. A partir de entonces, las fibras sopladas en estado fundido se pueden transportar por la corriente de gas a alta velocidad y se depositan sobre una superficie colectora para formar una red de fibras sopladas en estado fundido dispersadas aleatoriamente. Se divulgan procesos de soplado en estado fundido, por ejemplo, en el documento de patente de Estados Unidos con n.º 3.849.241 de Butin et al.; en el documento de patente de Estados Unidos con n.º 4.100.324 de Anderson et al., en el documento de patente de Estados Unidos con n.º 3.959.421 de Weber et al.; en el documento de patente de Estados Unidos con n.º 5.652.048

de Haynes et al.; y en el documento de patente de Estados Unidos con n.º 5.271.883 de Timmons et al.

Los polímeros termoplásticos adecuados para la formación de las fibras sopladas en estado fundido incluyen, pero no se limitan a, poliolefinas, policondensados (por ejemplo, poliamidas, poliésteres, policarbonatos y poliarilatos), polímeros de vinilo, polioles, polidienos, poliuretanos, poliéteres, poliacrilatos, policarbonatos, poliestirenos, etcétera. Ejemplos de poliolefinas adecuadas incluyen, a modo de ejemplo solamente, polietileno, polibuteno y copolímeros y/o mezclas de los mismos. Como ejemplos, las fibras pueden comprender polímeros de etileno y copolímeros de los mismos y, más particularmente, pueden comprender copolímeros de etileno con alfa-olefinas.

Ejemplos adicionales de polímeros adecuados para la fabricación de fibras de medios también incluyen poli(1-penteno), poli(2-penteno), poli(3-metil-1-penteno), poli(4-metil-1-penteno), nylon, polibutileno, polietilentereftalato, polibutilentereftalato, etcétera.

Además, los elastómeros termoplásticos también son adecuados para su uso con la presente invención, tales como, por ejemplo, cauchos de etileno-propileno, copolímeros de bloques estirénicos, elastómeros de copoliéster, elastómeros de poliamida y, etcétera. En una realización particular, la primera capa de la tela no tejida comprende fibras de polímeros cristalinos que tienen una cristalinidad mayor del 20 % y aún más deseablemente una cristalinidad de aproximadamente el 30 % o más, e incluso aún más deseablemente una cristalinidad de aproximadamente el 50 % o más. En una realización ejemplar, la red de fibra de medios puede comprender un polímero de poliéster.

Se puede utilizar poliéster, y más particularmente poli(tereftalato de butileno) resina (PBT) de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Las resinas de PBT generalmente tienen buenas características para los procesos de soplado en estado fundido. Las resinas de poliéster utilizadas para formar las redes de soplado en estado fundido de la invención incluyen un ácido aromático dicarboxílico (o su derivado), un diol lineal, y al menos un diol alifático ramificado o cíclico adicional. Las resinas de poliéster pueden incluir polímeros a base de poli(tereftalato de butileno) (PBT) o polímeros a base de poli(polibutilen-naftalato) (PBN), donde las resinas se modifican con uno o más dioles alifáticos.

Los copolímeros de poliéster producidos de acuerdo con la presente invención deben tener propiedades adecuadas para los procesos de soplado en estado fundido y para las aplicaciones no tejidas. Si el poliéster utilizado para hacer las redes de soplado en estado fundido es una resina de tereftalato, puede tener un punto de fusión en el intervalo de 200 a 220 °C. Si el poliéster utilizado es una resina de naftalato, puede tener un punto de fusión en el intervalo de 220-240 °C. Las resinas de poliéster pueden tener una viscosidad intrínseca (VI) en el intervalo de 0,5 a 0,8 dl/g. Si la viscosidad intrínseca del poliéster que constituye las redes de soplado en estado fundido de esta invención es inferior a 0,5, el polímero produce fibras fundidas con resistencias de fusión que son demasiado bajas para la atenuación - las fibras tienden a romperse bajo las corrientes de gas a alta velocidad. Además, si la viscosidad intrínseca es mayor de 0,8, el polímero es demasiado viscoso para ser extruido a través de los orificios de troquel.

Se pueden conseguir fibras más grandes en herramientas de soplado en estado fundido convencionales, reduciendo la temperatura y la presión del aire primario, así como disminuyendo la altura de formación. El espesor o el peso base de la segunda capa se puede aumentar según se desee mediante el aumento del número de bancos soplados en estado fundido consecutivos, alterados para proporcionar dichas fibras. Se observa que la alteración de otros parámetros solos o en combinación con los parámetros antes mencionados también se puede utilizar para lograr fibras grandes y/o redes más gruesas. Se describen con más detalle métodos de fabricación de fibras sopladas en estado fundido más grandes en el documento de patente de Estados Unidos con n.º 5.639.541 de Adam y el documento de patente de Estados Unidos con n.º 4.659.609 de Lamers et al. En un aspecto adicional, es posible depositar más de una capa de fibras grandes en la primera capa de fibra de medios.

La capa de fibra de soporte comprende fibras mayores de número y tamaño suficiente para crear una estructura abierta que tenga una resistencia mejorada con respecto a la primera capa de fibra de medios. Deseablemente, la capa de fibra de soporte tiene un número significativo de fibras en exceso de aproximadamente de 15 micrómetros y aún más deseablemente tiene un número sustancial de fibras en exceso de aproximadamente de 25 micrómetros. En este sentido, se observa que las fibras gruesas pueden comprender una pluralidad de fibras más pequeñas que tienen diámetros entre aproximadamente 10 y 35 micrómetros y aún más deseablemente un diámetro medio de fibra de entre aproximadamente 12 y 25 micrómetros, en el que las fibras individuales "forman una cuerda" o se unen de otra manera en sentido longitudinal para formar colectivamente fibras unitarias grandes o filamentos. Al calcular el tamaño medio de las fibras, las fibras unidas longitudinalmente se tratan como una sola fibra. La fibra soplada en estado fundido se puede utilizar bien como una fibra de medios, como una fibra aglutinante o como ambas, dependiendo de las propiedades deseadas del material.

Fibra de medios

La fibra de medios es la fibra que proporciona propiedades de filtración primaria al medio, como un tamaño de poro controlable, permeabilidad y eficiencia. La fibra de medios utilizada de acuerdo con la invención puede ser, por ejemplo, fibra soplada en estado fundido, fibra de vidrio, fibra de carbono, fibras de cerámica, poliéster o celulosa.

- 5 En general, las fibras de medios adecuadas deben tener un diámetro medio menor de 15 micrómetros, más deseablemente menor de 10 micrómetros, y preferentemente menor de 5 micrómetros.

10 En realizaciones, los medios de filtrado útiles en los paquetes de medios de filtrado de la invención contienen fibras de medios en una cantidad correspondiente a aproximadamente del 10 % al 90 % en peso de los sólidos totales en el medio de filtrado, o aproximadamente del 20 al 80 % en peso de los sólidos totales en el medio de filtrado, o aproximadamente del 25 % al 75 % en peso de los sólidos totales en el medio de filtrado. En ciertas implementaciones, las fibras de medios corresponden a más del 10 % en peso de los sólidos totales en los medios de filtrado, mientras que en otras implementaciones, las fibras de medios corresponden a más del 20 % en peso de los sólidos totales en los medios de filtrado, y, sin embargo, en otras implementaciones las fibras de medios corresponden a más del 50 % en peso de los sólidos totales en los medios de filtrado. En ciertas implementaciones las fibras de medios corresponden a menos del 75 % en peso de los sólidos totales en los medios de filtrado, mientras que en otras implementaciones, las fibras de medios corresponden a menos del 50 % en peso de los sólidos totales en los medios de filtrado, y, sin embargo, en otras implementaciones las fibras de medios corresponden a más del 25 % en peso de los sólidos totales en los medios de filtrado.

20 En algunas realizaciones, se emplea una mezcla de más de una fuente de fibra medios, en las que se emplea la mezcla de más de una fuente de fibra de vidrio para formar el porcentaje en peso total de fibra de medios en el medio de filtrado. En algunas de tales realizaciones, se selecciona la mezcla de fuentes de fibra de vidrio para controlar la permeabilidad de los medios de filtrado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la combinación de fibras de vidrio de más de una fuente de fibra de medios que tienen un diámetro medio de fibra de aproximadamente 0,3 a 0,5 micrómetros, teniendo la fibra de medios un diámetro medio de fibra de aproximadamente 1 a 2 micrómetros, teniendo la fibra de vidrio un diámetro medio de fibra de aproximadamente 3 a 6 micrómetros, la fibra de vidrio con un diámetro de fibra de aproximadamente 6 a 10 micrómetros, y la fibra de medios con un diámetro de fibra de aproximadamente 10 a 100 micrómetros en proporciones variables, incluyendo mezclas de dos o más de ellos, aumenta la permeabilidad de la fibra de medios. En algunas de tales realizaciones, las mezclas de fibra de vidrio se seleccionan para impartir un tamaño de poro controlado, que da como resultado una permeabilidad definida, a un medio de filtrado.

Además (o como alternativa a) para las fibras sopladas en estado fundido, la fibra de medios puede incluir fibra de vidrio. La fibra de medios adecuada comprende una fibra de vidrio utilizada en los medios de la presente invención que incluye los tipos de vidrio conocidos por las denominaciones: A, C, D, E, Zero Boron E, ECR, AR, R, S, S-2, N, y similares, y, en general, cualquier vidrio que se pueda hacer en forma de fibras ya sea por procesos de dibujo utilizados para la fabricación de fibras de refuerzo o por procesos de hilado utilizados para la fabricación de fibras de aislamiento térmico. Tal fibra se usa normalmente como un diámetro de aproximadamente de 0,1 a 10 micrómetros y una relación de aspecto (longitud dividida entre el diámetro) de aproximadamente de 10 a 10.000. Estas fibras, disponibles comercialmente, se encolan de forma característica con un recubrimiento de encolado. Se incluyen las siguientes fuentes comerciales de materiales de vidrio adecuados: Lauscha Internacional, Evanite, Johns Manville, Owens Corning, y otras. Además de fibras de vidrio, una fibra alternativa adecuada en algunas implementaciones para la fibra de medios, comprende fibras de carbono.

45 En general, las fibras de carbono adecuadas deberían tener un diámetro medio menor de 25 micrómetros, más deseablemente menor de 15 micrómetros, y preferentemente menor de 10 micrómetros. Se incluyen las siguientes fuentes comerciales de materiales de carbono adecuados: Unitika, Kynol y otros.

Fibra de soporte

La fibra soporte proporciona soporte para la fibra de medios, y añade una mejor manipulación, fuerza y resistencia a la compresión de la fibra de medios. En ciertas implementaciones la fibra de soporte también proporciona una mejor procesabilidad durante la formulación del tejido fibroso, durante la formación de la hoja o capa y durante el procesamiento aguas abajo (incluyendo ajuste del espesor, secado, corte y formación de los elementos de filtrado).

La fibra de soporte puede ser, por ejemplo, una fibra soplada en estado fundido.

Se pueden utilizar equipos convencionales de soplado en estado fundido o de hilado en estado fundido para producir tales fibras gruesas, más grandes, equilibrando correctamente la producción de polímero, el diámetro del orificio de la punta del troquel, la altura de la formación (es decir, la distancia desde la punta del troquel a la superficie de

formación), la temperatura de fusión y/o la temperatura del aire de succión. Como un ejemplo específico, el último banco en una serie de bancos de fibras sopladas en estado fundido se puede ajustar mediante el cual el último banco soplado en estado fundido produce y deposita una capa de fibras de soporte sobre la red de fibra de medios no tejida recién formada. Con respecto a la fabricación de fibras de poliéster termoplástico mayores, mediante la reducción de la temperatura del aire primario y/o la disminución de la altura de la formación, se logra la producción de fibras gruesas, más grandes. El espesor o el peso base de la capa de fibra de soporte se puede aumentar según se desee aumentando el número de bancos soplados en estado fundido consecutivos alterados para proporcionar fibras gruesas, más grandes. Se observa que la alteración de otros parámetros solos o en combinación con los parámetros antes mencionados también se puede utilizar para lograr capas y/o redes de fibras soporte. Métodos de fabricación de tales fibras gruesas, más grandes se describen con más detalle en el documento de patente de Estados Unidos n.º 4.659.609 de Lamers et al. y en el documento de patente de Estados Unidos n.º. 5.639.541 de Adam.

La capa de fibra de soporte se puede depositar de forma co-extensiva con la capa de fibra de medios. A este respecto, se apreciará que las fibras de soporte no están dibujadas y/o orientadas de manera significativa. Sin embargo, puesto que las fibras de soporte se depositan sobre la fibra de medios en un estado semi-fundido, forman buenas uniones entre fibras con las fibras de la fibra de medios, así como con otras fibras gruesas y proporcionan así una estructura compuesta que tiene una fuerza y una resistencia a la formación de bolas durante la manipulación, una conversión y/o uso mejoradas. Además, a pesar de la formación de una capa que tiene una mayor irregularidad, glóbulos poliméricos y/o tramas, la capa de fibra soporte forma una estructura abierta que no disminuye significativamente la eficacia de la filtración y/o crea teñido u otras partículas perjudiciales para el uso de la misma en aplicaciones de filtración.

La fibra de soporte puede ser también una fibra bicomponente. En el presente documento, "fibra bicomponente" significa una fibra formada a partir de un material termoplástico que tiene al menos una parte de fibra con un punto de fusión y una segunda parte termoplástica con un punto de fusión inferior. La configuración física de estas partes de fibra es típicamente en una estructura yuxtapuesta o en una estructura de envoltura-núcleo. En la estructura yuxtapuesta, las dos resinas se extruyen normalmente de manera conectada en una estructura yuxtapuesta. Otras morfologías útiles incluyen fibras bicomponente lobuladas, en las que las puntas de las fibras tienen lóbulos que se forman a partir de un polímero con un punto de fusión menor que el resto de la fibra.

El uso de la fibra bicomponente permite la formación de una capa de medio o elemento de filtrado que se puede formar sin aglutinante de resina por separado o con cantidades mínimas de un aglutinante de resina que reduce sustancialmente o evita la formación de la película de la resina aglutinante y evita también la falta de uniformidad en el medio o elemento debido a la migración de la resina a un lugar determinado de la capa de medios. El uso de la fibra bicomponente puede permitir la reducción de compresión, la mejora de la solidez, y el aumento de la resistencia a la tracción en los medios de filtrado y mejora la utilización de la fibra de medios tal como la fibra de vidrio y otros materiales de fibra sub-micrométricos que se añaden a la capa de medios o al elemento de filtrado.

Las fibras de medios y las fibras de soporte se combinan en diferentes proporciones para formar un material de alta resistencia que tiene una capacidad de filtración, una permeabilidad y una vida útil de filtración sustanciales. Se puede hacer un medio de este tipo con fibras secundarias opcionales y otros materiales aditivos. Estos componentes se combinan para formar un material de alta resistencia que tiene una capacidad de flujo y permeabilidad sustanciales y una alta resistencia.

Las fibras bicomponentes se pueden utilizar también como la fibra de soporte. Pueden ser útiles diferentes combinaciones de polímeros para la fibra bicomponente en la presente invención, en una realización el primer componente polimérico funde a una temperatura inferior a la temperatura de fusión del segundo componente polimérico y normalmente por debajo de 205 °C. Además, las fibras bicomponente normalmente se mezclan de forma íntegra y se dispersan uniformemente con la fibra de medios. Es necesaria la fusión del primer componente polimérico de la fibra bicomponente para permitir que las fibras bicomponente formen una estructura esquelética pegajosa, que tras el enfriamiento, captura y se une a muchas de las fibras de medios, así como se une a otras fibras bicomponente. En la estructura de envoltura-núcleo, el bajo punto de fusión (por ejemplo, aproximadamente de 80 a 205 °C), el termoplástico se extruye normalmente alrededor de una fibra del material con un punto de fusión más alto (por ejemplo, aproximadamente 120 a 260 °C).

Durante el uso, las fibras bicomponente normalmente tienen un diámetro de fibra de aproximadamente 5 a 50 micrómetros, a menudo aproximadamente de 10 a 20 micrómetros, y normalmente, en una forma de fibra, generalmente tienen una longitud de 0,1 a 20 milímetros o a menudo tienen una longitud de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 15 milímetros. Tales fibras se pueden hacer de una variedad de materiales termoplásticos, incluyendo poliolefinas (tales como polietilenos), poliésteres (tales como polietilentereftalato, polibutilentereftalato, policiclohexilendimetilen tereftalato), nylons que incluyen nylon 6, nylon 6,6, nylon 6,12, etc.

Las fibras bicomponentes son útiles en la formación de medios de filtración mecánicamente estables, pero fuertes y permeables. Las fibras bicomponente útiles en los conjuntos de filtro de la invención son de morfología

núcleo/corteza (o envoltura), morfología yuxtapuesta, morfología islas en el mar, o morfología lobulada. Las fibras bicomponente se componen de al menos dos materiales termoplásticos que tienen diferentes puntos de fusión. En algunas realizaciones, los polímeros termoplásticos útiles en la formación o bien del núcleo o bien de la envoltura de las fibras bicomponente útiles en los medios de filtrado de la presente invención, incluyen poliolefinas tales como polietileno, polibutileno, poli- α -octeno, y copolímeros de los mismos, incluyendo lineal de baja densidad, de baja densidad, de alta densidad y de ultra-alta densidad, y otras denominaciones morfológicas y de composición; politetrahaloetilenos tales como politetrafluoroetileno y policlorotrifluoroetileno; poliésteres tales como polietilentereftalato, polibutilentereftalato, o polietilennaftalato; acetato de polivinilo, alcohol de polivinilo, y copolímeros de los mismos; haluros de polivinilo tales como cloruro de polivinilo, haluros de vinilideno tales como cloruro de polivinilideno, fluoruro de polivinilideno, y similares, y copolímeros de los mismos; poliacetales, tales como butiral de polivinilo, resinas acrílicas (poliacrilatos), tales como ésteres de polimetilacrilato y ésteres de polimetilmetacrilato y copolímeros de los mismos, incluyendo copolímeros de ácido acrílico y sales del mismo; poliamidas tales como nylon 6, nylon 66, nylon 6,10, nylon 46, y similares, y copolímeros de los mismos; poliestireno y copolímeros del mismo; poliuretanos; poliureas; resinas celulósicas, concretamente nitrato de celulosa, acetato de celulosa, butirato de acetato de celulosa, etil celulosa, y similares; copolímeros de cualquiera de los materiales anteriores, tales como copolímeros de etileno-acetato de vinilo, copolímeros de etileno-ácido acrílico, copolímeros de bloque de estireno-butadieno, cauchos de KRATON®, y similares. En realizaciones, se emplea una fibra bicomponente envoltura/núcleo de poliolefina/poliéster mediante la cual la envoltura de poliolefina se funde a una temperatura menor que el núcleo de poliéster. En una realización, la fibra bicomponente comprende una envoltura de poliéster y un núcleo de poliéster. En otras realizaciones se emplean como núcleo y envoltura dos poliolefinas, o dos poliésteres, dos haluros de polivinilo, dos haluros de polivinilideno, dos polímeros de poliamida, u otros dos polímeros cualesquiera que sean similares o idénticos químicamente, en los que la composición (por ejemplo, la mezcla de composición monomérica particular utilizada para sintetizar el polímero, o la formación de bloques de la concentración de monómero en un copolímero), el peso molecular, o diferencias morfológicas tales como el grado de ramificación o el grado de cristalización de la cadena lateral y similares proporcionan puntos de fusión más bajos y más altos o materiales poliméricos suavizantes.

En algunas realizaciones, el componente con punto de fusión más bajo de las fibras bicomponente se emplea como envoltura en una morfología de núcleo/envoltura (o corteza en una morfología de núcleo/corteza), como lóbulos en una morfología lobulada, como "islas" en una morfología de islas en el mar, o como un lado en una morfología de fibras yuxtapuestas. El componente con el punto fusión más bajo proporciona una capacidad de fusión al paquete de medios de filtrado formado, en el que las redes extendidas en húmedo no tejidas o las redes depositadas por aire se calientan a una temperatura por encima del punto de fusión o temperatura de transición vítrea del componente con el punto de fusión más bajo y por debajo del punto de fusión o temperatura de transición vítrea del componente con el punto de fusión más alto. En realizaciones, la fusión se consigue cuando los componentes de fibra fundidos o ablandados entran en contacto con otras fibras bicomponente, así como con cualquier otras fibras y aditivos dentro de los paquetes de medios de filtrado extendidos en húmedo o depositados por aire formados. En tales realizaciones, cuando la temperatura se reduce posteriormente a o por debajo de la temperatura prevista de uso final, las fibras bicomponente se han convertido al menos parcialmente al estado fundido gracias a la envoltura (o lóbulo o lado), mientras que conserva sustancialmente las características no tejidas de diseño, permeabilidad, porosidad, peso base, espesor, y similares impartidas por el proceso de extendido en húmedo o de depositado al aire empleados para formar el medio. Estas características no tejidas se conservan debido al mayor núcleo de fusión o lado de la fibra bicomponente que conserva su morfología fibrosa durante la fusión. Además, la fusión de la fibra bicomponente transmite propiedades deseables, incluyendo una compresión reducida y una mayor resistencia a la tracción; la fusión de la fibra bicomponente mejora además la utilización y conservación de la fibra de medios y de otras fibras secundarias y/o de los materiales aditivos en los medios de filtrado o de los conjuntos de filtrado de la invención.

En algunas realizaciones, la fibra bicomponente núcleo/envoltura conocida como Advansa 271P disponible en E.I. Dupont Nemours, Wilmington DE es útil en la formación de medios de filtrado tanto de alto como de bajo diseño útiles en los conjuntos de filtrado de la invención. Otras fibras bicomponente útiles incluyen las series T-200 de fibras concéntricas núcleo/envoltura disponible en Fiber Innovation Technology, Inc. of Johnson City, TN; Kuraray N720, disponible en Engineered Fibers Technology, LLC de Shelton, CT; Nichimen 4080, disponible en Nichimen America Inc. de New York, NY; y materiales similares. Todas estas fibras muestran las características de fusión como se ha descrito anteriormente.

Las fibras de unión por hilatura también se pueden utilizar como fibras de soporte. Las fibras de unión por hilatura son a menudo de aproximadamente 10 micrómetros o más de diámetro. Las redes de unión por hilatura (que tienen un diámetro de fibra medio menor de aproximadamente 10 micrómetros) se pueden lograr por varios métodos, incluyendo, pero no limitándose a los descritos en el documento de patente de Estados Unidos n.º 6.200.669 de Marmon et al. y en el documento de patente de Estados Unidos n.º 5.759.926 de Pike et al. Tal como se utiliza aquí, el término "polímero" generalmente incluye, pero no se limita a homopolímeros, copolímeros, tales como, por ejemplo, copolímeros de bloque, de injerto, copolímeros aleatorios y copolímeros alternativos, terpolímeros, etc. y mezclas y modificaciones de los mismos. Por otra parte, a menos que se limite específicamente, el término "polímero" incluirá todas las configuraciones geométricas posibles de la molécula. Estas configuraciones incluyen,

pero no se limitan a simetrías isotácticas, sindiotácticas y aleatorias.

Propiedades de los medios

Las propiedades de rendimiento del medio de filtrado se ven afectadas significativamente por los atributos de control relacionados con el tamaño de la fibra, la estructura de poro, la solidez, y la compresibilidad del medio de filtrado. En general, el uso de un medio que tenga una solidez y una compresibilidad relativamente bajas, mientras que también tenga un tamaño de poro de flujo medio pequeño pero un tamaño de poro de flujo máximo grande, da como resultado un ejemplo de construcción de medios que puede eliminar los compuestos FDP sin taponamiento prematuro.

En general, la fibra de medios tiene un diámetro mucho más pequeño que la fibra soporte. En realizaciones de ejemplo, la fibra de medios tiene un diámetro medio de menos de 5 micrómetros, mientras que la fibra soporte tiene un diámetro medio mayor de 5 micrómetros. Más comúnmente, la fibra de medios tendrá un diámetro medio de 0,1 a 20 micrómetros, y opcionalmente de 0,1 a 15 micrómetros. En algunas implementaciones la fibra de medios tendrá un diámetro medio de 0,4 a 12 micrómetros, y, en algunas implementaciones de 0,4 a 6,5 micrómetros. A menudo se desean fibras de medios con un diámetro medio menor de 10 micrómetros, menor de 7,5 micrómetros, menor de 6,5 micrómetros, y menor de 5 micrómetros. La fibra soporte tendrá normalmente un diámetro de 5 a 40 micrómetros, más normalmente de 7 a 20 micrómetros, y a menudo de 10 a 14 micrómetros. En algunas implementaciones las fibras de soporte pueden tener diámetros significativamente mayores, incluso hasta 100, 150, 250, 300, 350, 400 o 500 micrómetros en diferentes implementaciones. Téngase en cuenta que el diámetro tanto de las fibras de medio como de las fibras de soporte puede ser variable. En algunos casos, los diámetros de fibra variarán a lo largo de sus longitudes, mientras que más comúnmente se incorporarán fibras de diferentes diámetros.

Una característica adicional del medio de filtrado fabricado de acuerdo con la presente invención, y en particular la parte del medio asociada con la retención de FDP (y los productos contaminantes del combustible relacionados), es que normalmente tiene un nivel de solidez relativamente bajo. En el presente documento, la solidez es el volumen de fibra sólida dividido entre el volumen total del medio de filtrado en cuestión, generalmente expresado como un porcentaje. En una implementación típica, la solidez del medio de filtrado asociada con la retención de los FDP es menor del 15 por ciento, más normalmente menor del 12 por ciento, y más frecuentemente menos de 10 por ciento. En ciertas realizaciones la solidez es menor del 9 por ciento, menor del 8 por ciento o menor del 7 por ciento.

Una característica adicional del medio de filtrado fabricado de acuerdo con la presente invención es que es relativamente incompresible, especialmente con relación a la solidez del medio. La compresibilidad es la resistencia (esto es) a la compresión o deformación en la dirección del flujo del fluido a través del medio. Un ensayo adecuado para la compresión del medio es una fuerza de compresión versus un ensayo de distancia, en el que una pila de medios se comprime bajo una carga para determinar el porcentaje de compresión. Un ejemplo de tal ensayo es el siguiente: Una sonda de 2,54 centímetros de diámetro y una celda de carga de 5 kg se utilizan para comprimir una pila de medios que tiene un espesor total de 25 mm. El ensayo se realiza a una velocidad de 1 mm/s con una distancia inicial de 30 mm desde el fondo, y un activador de datos de 0,5 g. El objetivo es una fuerza final de 4,800 g. El tamaño de la muestra de medios puede ser un círculo de 2,22 cm de diámetro, orientado con muestras de medios para formar una pila directamente debajo de la sonda de prueba. La presión sobre el medio en tales implementaciones es de aproximadamente 1,24 kg/cm². El número de muestras apiladas utilizadas debería ser suficiente para tener un espesor total de 25 mm, por lo que el número total de muestras variará dependiendo del espesor individual del material del medio de prueba. Los datos se analizan en términos de la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de compresión} = t_2/t_1$$

en la que t_1 = espesor de la parte inferior de las muestras apiladas cuando la fuerza = 0,5 gramos, y t_2 = espesor de la parte inferior de las muestras apiladas cuando la fuerza = 4800 g, con x igual a la distancia de la sonda recorrida durante el ensayo, que es la distancia $t_1 - t_2$. Los instrumentos adecuados para la realización de este ensayo incluyen, por ejemplo, un analizador de textura TA.XT2i de Stable Micro Systems que utiliza Texture Expert Exceed versión de software 2.64.

La resistencia a la compresión debe ser suficiente para mantener el espesor de un material y, de este modo, mantener su estructura de poro y el flujo de filtración y el rendimiento de eliminación de partículas. Las compresibilidades normales de los materiales producidos por la invención son como siguen: en un primer ejemplo de realización, el medio de filtrado que contiene la fibra de soporte y la fibra de medios tiene una compresibilidad menor del 40 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm². En otras implementaciones, el medio de filtrado tiene una compresibilidad menor del 30 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm², menor del 20 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm², y menor del 10 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm². Como se ha señalado anteriormente, en una implementación típica, la solidez del medio de filtrado asociada con la retención de los FDP es menor del 15 por ciento, más normalmente menor del 12 por ciento, y más frecuentemente menor del 10 por ciento. En ciertas realizaciones la solidez es menor del 9 por ciento, menor del 8 por ciento, o menor del 7 por ciento.

En un ejemplo de realización de la invención, el medio de filtrado comprende distintos tamaños de fibras sopladas en estado fundido laminadas en el lado aguas arriba del medio de celulosa, ejerciendo la celulosa también una doble función como filtro de partículas duras y como soporte para el vidrio unido térmicamente. El medio soplado en estado fundido funciona para eliminar los FDP de tal manera que los FDP se eliminan a la vez que se evita el taponamiento prematuro de la capa de celulosa. Esta mejora de rendimiento se consigue, en parte, mediante la selección de la mezcla de fibras de modo que el medio tenga una solidez relativamente bajo, al tiempo que conserva una compresibilidad relativamente baja.

Normalmente, algunas de las fibras son relativamente delgadas y están en altas concentraciones, mientras que otras veces, las fibras son relativamente gruesas y están en concentraciones más bajas, dando como resultado un medio que tiene pequeños tamaños de poro de flujo medio, pero también normalmente tamaños relativamente altos de poro de flujo máximo. El uso de un medio que tiene una solidez y una compresibilidad relativamente bajas, al mismo tiempo que tiene también un tamaño pequeño de poro de flujo medio, pero un tamaño alto de poro de flujo máximo, da como resultado una construcción de medio que elimina de forma efectiva los compuestos FDP sin taponamiento prematuro. Los materiales preferidos para la fibra de medios son los que tienen una resistencia a la tracción relativamente alta y se pueden tornearse en estado fundido en fibras de pequeño diámetro. Los materiales preferidos para la fibra de soporte tienen valores relativamente más altos para el módulo de elasticidad que los materiales utilizados para la fibra de medios. La identificación de los materiales adecuados basada en relación a la resistencia a la tracción y al módulo de elasticidad se puede mejorar mediante la comparación de los materiales divulgados en "La Ciencia e Ingeniería de Materiales" de Donald R. Askeland, incluida en la "Tabla 15-6: Las unidades monoméricas y propiedades de los termoplásticos seleccionados producidos por polimerización mediante adición".

El rendimiento del medio se puede medir mediante un factor de solidez y compresión ("factor CS") que se determina como el múltiplo del porcentaje de compresión por el porcentaje de solidez. En ambos casos, se prefieren generalmente los números más bajos. Un porcentaje de compresión del 40 por ciento, multiplicado por una solidez de 15 por ciento, da un factor CS de 600. Un porcentaje de compresión del 10 por ciento, junto con una solidez de 10 por ciento, proporcionará un factor CS de 100. En general se desea un factor CS por debajo de 600 se desea. Factores CS menores de 500, menores de 450, menores de 400, y menores de 350 son todos adecuados para ciertas implementaciones de la invención. Se pueden desear particularmente deseables factores CS menores de 300, como son factores CS menores de 250, menores de 200, e incluso menores de 150. También se desean factores CS menores de 150, en particular menores de 125, menores de 100 y menores de 75.

Otras métricas por las que se describen las propiedades del medio asociadas con la retención de los FDP (y opcionalmente otros productos contaminantes del combustible similares) se refieren a las estructuras de poros del medio. En general, es posible caracterizar las propiedades de un medio poroso en términos de parámetros tales como poro de flujo, poro de flujo modal y poro de flujo máximo. El "tamaño de poro modal" es el tamaño de poro que se produce con más frecuencia en un material. La figura 2 muestra la Densidad de distribución del tamaño de flujo de poro de un ejemplo de material de medio. El "tamaño de poro modal" se muestra como el pico más alto de la curva en aproximadamente 30 micrómetros. "El tamaño de poro medio" es el tamaño medio de los poros en el material, y "tamaño de poro de flujo acumulativo" es una medida del porcentaje total de flujo que pasa a través del medio como una función del diámetro del poro, que se determina usando un instrumento porosímetro de flujo capilar. El "tamaño de poro de flujo medio" se define como el tamaño de poro por el que pasa el 50 % del flujo acumulativo a través del medio. La "porosidad" se define como la cantidad de espacio vacío en un material. La figura 3 muestra la distribución del tamaño de poro de flujo acumulativo. El "tamaño de poro de flujo medio" (indicado mediante la flecha) es el punto en el que la curva interseca con el 50 % del eje y.

Con respecto al tamaño de los poros, la parte del medio de filtrado principalmente responsable de la eliminación de los FDP y los contaminantes relacionados tendrá normalmente un tamaño de poro de flujo medio de 5 a 20 micrómetros, o de 5 a 10 micrómetros. Los tamaños de poro de flujo medio adecuados incluyen menores de 20 micrómetros, menores de 15 micrómetros, y menores de 10 micrómetros. La parte del medio de filtrado principalmente responsable de la eliminación de los FDP y los contaminantes relacionados tendrá normalmente un tamaño de poro de flujo modal de 10 a 50 micrómetros, de 20 a 40 micrómetros, o de 25 a 35 micrómetros. Los tamaños de poro de flujo modal adecuados incluyen, por ejemplo, mayores que 10, mayor que 15, mayor que 20 y mayor que 25 micrómetros. Con respecto al tamaño de poro de flujo máximo, la parte de los medios de filtro principalmente responsable de la eliminación de los FDP y los contaminantes relacionados a menudo tienen un tamaño de poro de flujo máximo mayor que el de los medios de celulosa o que el de los medios soplados en estado fundido. Los tamaños de poro de flujo máximo adecuados incluyen mayores de 10 micrómetros, preferentemente, mayores de 20 micrómetros, y en algunas implementaciones mayores de 30 micrómetros. En implementaciones de ejemplo el tamaño de poro de flujo máximo es de 20 a 50 micrómetros, o de 25 a 45 micrómetros.

Normalmente, el tamaño de poro modal es mayor en la parte aguas arriba que en la parte aguas abajo del medio de filtrado y el tamaño de poro medio (o promedio) es menor en la parte aguas arriba que en la parte aguas abajo. De acuerdo con las enseñanzas de la presente invención, en general se desea tener al menos una parte del medio con poros de flujo medio pequeños, al tiempo que también tengan un poro de flujo máximo grande. La relación entre el tamaño del poro máximo y el tamaño de poro medio a menudo es de al menos 2,5, opcionalmente de al menos 5,0,

y, en algunas implementaciones mayor de 7,5. En ciertas realizaciones, en las que el poro de flujo medio es muy pequeño y el poro de flujo máximo relativamente alto, esta relación puede ser mayor que 10, y, opcionalmente, superior a 12,5 o 15. Los números altos reflejan una distribución más amplia del tamaño de partícula, que puede proporcionar una mejor la eliminación de los contaminantes FDP (y similares).

5 Fibras adicionales

La capa de medios para la eliminación de los FDP y los productos contaminantes del combustible similares puede contener fibras secundarias formadas a partir de un número de fibras hidrófilas, hidrófobas, oleófilas, y oleófobas. Estas fibras cooperan con la fibra de vidrio y la fibra bicomponente para formar un medio de filtración permeable, mecánicamente estable, pero fuerte, que puede soportar la tensión mecánica del paso de materiales fluidos y puede mantener la carga de partículas durante el uso. Las fibras secundarias normalmente son fibras monocomponente con un diámetro que puede variar de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 50 micrómetros y pueden estar hechas de una variedad de materiales. Un tipo de fibra secundaria es una fibra de soporte que coopera con otros componentes para unir los materiales en una lámina. Otro tipo de fibra secundaria es una fibra estructural que coopera con otros componentes para aumentar la resistencia a la tracción y la resistencia a la rotura de los materiales en condiciones secas y húmedas. Además, la fibra de soporte puede incluir fibras hechas de polímeros tales como cloruro de polivinilo y alcohol de polivinilo. Las fibras secundarias también pueden incluir fibras inorgánicas tales como fibra de carbono/grafito, fibra de metal, fibra de cerámica y combinaciones de las mismas.

Las fibras termoplásticas secundarias incluyen, pero no se limitan a, fibras de poliéster, fibras de poliamida, fibras de éster de copoliéster, fibras de polietilentereftalato, fibras de polibutilentereftalato, fibras de polietercetona (PEKK), fibras de polietertercetona (PEEK), fibras de polímero cristalino líquido (LCP), y mezclas de las mismas. Generalmente no se desean las fibras de polipropileno, por tener menor resistencia a los combustibles y por tener un módulo relativamente bajo. Las fibras de poliamida incluyen, pero no se limitan a, nylon 6, 66, 11, 12, 612, y nylon "a alta temperatura" (tales como el nylon 46), incluyendo fibras celulósicas, acetato de polivinilo, fibras de alcohol de polivinilo (incluyendo diferentes hidrólisis del alcohol de polivinilo tales como los polímeros hidrolizados al 88 %, al 95 %, al 98 % hidrolizado y al 99.5 %), algodón, rayón de viscosa, termoplástico, tal como poliéster, polietileno, etc., acetato de polivinilo, ácido poliláctico y otros tipos comunes de fibras. Las fibras termoplásticas generalmente son finas (aproximadamente 0,5 - 20 denier de diámetro), cortas (aproximadamente 0,1 - 5 cm de longitud), fibras cortadas, que posiblemente contienen aditivos convencionales precompuestos, tales como antioxidantes, estabilizantes, lubricantes, endurecedores, etc. Las fibras termoplásticas preferidas son fibras de poliamida y de polietilentereftalato, prefiriéndose las fibras de polietilentereftalato.

Las fibras cortadas se añaden normalmente a una red no tejida en forma solidificada (tal como la descrita más adelante en el proceso de ejemplo) en lugar de soplarse en estado fundido en la red. A menudo, se hacen mediante procedimientos tales que el diámetro de la fibra se asemeja más al tamaño del orificio a través del cual se extruye la fibra (en comparación con las fibras sopladas en estado fundido, por ejemplo).

Las fibras cortadas son normalmente materiales poliméricos sintéticos. Su composición se puede elegir para que se puedan unir entre sí en estado fundido y/o a las fibras sopladas en estado fundido durante un proceso de moldeo típico (tal como el que se usa para formar un cuerpo en forma de respirador). Independientemente de su proceso de fabricación o de su composición, las fibras cortadas normalmente se cortan a máquina a una longitud específica predeterminada o identificable. Las fibras cortadas normalmente tendrán una longitud de aproximadamente 0,1 a 8 cm, más preferentemente de aproximadamente 0,1 a 2,0 cm. El diámetro medio de la fibra geométrica de las fibras cortadas generalmente es mayor que aproximadamente 5 micrómetros de media, y en varias realizaciones puede ser mayor que 10, 20, 30, 40, 50, 100, 150, 250, 300, 350, 400 o 500 micrómetros, dependiendo de su uso, y de si se está proporcionando la funcionalidad de fibra de medios o la funcionalidad de la fibra de soporte, o ambas.

Las fibras cortadas adecuadas se pueden preparar a partir de polietilentereftalato, poliéster, polietileno, polipropileno, copoliéster, poliamida, o combinaciones de uno de las anteriores. Si se sueldan, las fibras cortadas normalmente conservan gran parte de su estructura de fibra después de la unión. Las fibras cortadas pueden ser fibras rizadas como las fibras que se describen en el documento de patente de Estados Unidos n.º 4.118.531 de Hauser. Las fibras rizadas pueden tener un perfil continuo ondulado, rizado o irregular a lo largo de su longitud. Las fibras cortadas pueden comprender fibras rizadas que comprenden aproximadamente de 10 a 30 rizos por cm. Las fibras cortadas pueden ser fibras de un solo componente o fibras multicomponente.

Los diferentes componentes pueden ser diferentes tipos de polímeros (por ejemplo, poliéster), o pueden ser el mismo tipo de polímero pero con diferentes puntos de fusión. Las fibras multicomponente pueden ser fibras bicomponente que tienen una configuración yuxtapuesta coextensiva, una configuración envoltura-núcleo concéntrica coextensiva, o una configuración envoltura-núcleo elíptica coextensiva.

55

Configuraciones que contienen capas múltiples o áreas funcionales múltiples

5 Como se ha señalado anteriormente, el material de filtrado aguas arriba seleccionado para retener los FDP (que contienen fibra de medios y fibra de soporte, tales como fibra de vidrio y fibra bicomponente) a menudo se combina con un material de filtrado aguas abajo. Este material de filtrado aguas abajo se selecciona generalmente para una eliminación de contaminantes de partículas favorable. La parte aguas abajo puede comprender, por ejemplo, celulosa. La diferencia entre la capacidad de la parte aguas arriba y la parte aguas abajo para atraer a diferentes contaminantes, combinado con la distribución de tamaño de poro de las partes aguas arriba y aguas abajo, permite que el medio de filtrado de la presente invención elimine eficazmente una variedad de contaminantes sin taponar el filtro de forma prematura.

10 La parte aguas arriba del medio (por ejemplo, la fibra bicomponente y la fibra de poliéster soplada en estado fundido) normalmente tiene un tamaño de poro de flujo medio menor que la parte aguas abajo (por ejemplo, celulosa), pero este tamaño medio de poro más pequeño se combina a menudo con tamaño de poro modal mayor en la parte aguas arriba, que puede ser útil para mejorar la carga del filtro con ciertos contaminantes, en particular con los productos de degradación del combustible. Normalmente, el tamaño de poro modal (o más común) es mayor en la parte aguas arriba que en la parte aguas abajo, y tamaño de poro medio (o promedio) es menor en la parte aguas arriba que en la parte aguas abajo.

15 La parte aguas arriba también puede tener su propia varianza de tamaño de poro, caracterizada al menos por diferentes tamaños de poro a diferentes profundidades de la parte aguas arriba. En lo "alto" de la parte aguas arriba, el tamaño de poro modal se aumenta opcionalmente. Para algunos medios, el tamaño de poro modal aguas abajo de la parte aguas arriba es significativamente mayor que el tamaño de poro modal de la parte de aguas abajo, que es típicamente de celulosa. En algunas realizaciones, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo. Por ejemplo, en algunas implementaciones, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba puede ser al menos un 20 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo, y por último, en otras implementaciones, un 40 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo.

20 En un ejemplo de realización, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es al menos un 20 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo; y el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas arriba es menor que el 90 por ciento del tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo. Se apreciará que la parte aguas abajo puede contener fibra que tiene un diámetro medio o sección transversal mayor que el diámetro medio de la fibra de medios en la parte aguas arriba. En algunas realizaciones, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es mayor que el tamaño de poro modal de la parte de aguas abajo. Por ejemplo, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba puede ser al menos un 40 por ciento mayor o al menos un 60 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo. En algunas realizaciones, el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas arriba es menor que el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo. Por ejemplo, el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas arriba puede ser menor del 70 por ciento o menor del 50 por ciento del tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo.

25 El diámetro de la fibra de medios también se puede seleccionar para mejorar el rendimiento entre las partes aguas arriba y aguas abajo. En una realización, la parte aguas arriba contiene fibra medios que tiene un diámetro medio menor de 10 micrómetros sobre la base de recuento de fibra total; y la parte aguas abajo contiene fibra de medios que tiene un diámetro medio diferente que el diámetro de la fibra de medios de la parte aguas arriba. En una realización, la fibra de medios de la parte aguas arriba tiene un diámetro medio menor de 5 micrómetros. Generalmente, la parte aguas abajo contiene fibra que tiene un diámetro medio o sección transversal mayor que el diámetro medio de la fibra de medios en la parte aguas arriba. La parte de aguas arriba puede comprender, por ejemplo, fibra de vidrio, fibra de soporte, o fibra bicomponente. En algunas realizaciones, la parte aguas abajo comprende celulosa, fibras poliméricas, tal como poliéster, o una combinación de las mismas.

30 En una realización, la parte aguas arriba contiene fibra de medios que tiene un diámetro medio menor de 10 micrómetros sobre la base de recuento de fibra total; y la parte aguas abajo contiene fibra de medios que tiene un diámetro medio diferente que el diámetro medio de la fibra de medios de la parte aguas arriba; en la que el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es al menos un 20 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo; y en la que el tamaño de poro de flujo medio del medio en la parte aguas arriba es menor del 90 por ciento del tamaño de poro de flujo medio del medio en la parte aguas abajo.

35 En algunas realizaciones, el filtro para filtrar líquidos comprende una parte aguas arriba que comprende un medio que tiene una porosidad de al menos el 50 por ciento, comprendiendo el medio una fibra de medios y una fibra de soporte que tiene un diámetro medio mayor que la fibra de medios; y una parte aguas abajo que comprende celulosa. La parte aguas arriba puede comprender carbono o fibra de vidrio. En una realización, la fibra de medios de la parte aguas arriba tiene un diámetro medio menor de 5 micrómetros. En otra realización, la fibra de medios de la parte aguas arriba tiene un diámetro medio menor de 15 micrómetros. En algunas realizaciones, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo. Por ejemplo, el

tamaño de poro modal de la parte aguas arriba puede ser al menos un 20 por ciento o al menos un 40 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo.

5 En otra realización, la invención se refiere a un medio de filtrado que comprende una parte aguas arriba que contiene fibras seleccionadas de fibras de carbono y fibras sopladas en estado fundido; y una parte aguas abajo que comprende celulosa; en la que el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es al menos un 20 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo; y en la que el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas arriba es menor que el 90 por ciento del tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo. Se apreciará que la parte aguas abajo puede contener fibra que tiene un diámetro medio mayor que el diámetro medio de la fibra de medios en la parte aguas arriba. En algunas realizaciones, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba es mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo. Por ejemplo, el tamaño de poro modal de la parte aguas arriba puede ser al menos un 40 por ciento mayor o al menos un 60 por ciento mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo. En algunas realizaciones, el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas arriba es menor que el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo. Por ejemplo, el tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas arriba puede ser menor que el 70 por ciento o que el 50 por ciento del tamaño de poro de flujo medio de la parte aguas abajo.

15 En algunas realizaciones, la parte de filtrado aguas arriba carga productos de degradación del combustible a un nivel de captura un 50 por ciento mayor que la parte de filtrado aguas abajo. En algunas realizaciones, la primera parte de filtro carga productos de degradación del combustible a un nivel de captura al menos un 100 por ciento mayor que la segunda parte del filtro. En algunas realizaciones, la primera parte del filtro carga productos de degradación del combustible a un nivel de captura al menos un 200 por ciento mayor que la segunda parte del filtro. El porcentaje puede ser normalizado para el volumen medio o para la superficie de área media.

20 En algunas realizaciones, se usa polvo de polímero cristalino a baja temperatura para laminar el medio sintético y el de celulosa juntos a fin de hacer que los medios compuestos sean de fácil fabricación en un número de diferentes configuraciones del elemento de filtrado. También son posibles otros métodos de laminación de las capas de medios entre sí, tales como la laminación adhesiva o los medios de unión térmica.

25 En referencia ahora a las figuras 4A a 4D, se muestran ejemplos de configuraciones para las construcciones del medio de filtrado, en estos diagramas esquemáticos en sección transversal, solo se describe el posicionamiento básico de los componentes del medio, y se entenderá que estas figuras no están dibujadas a escala. También se entenderá que las figuras son simplificaciones de las construcciones del medio, y que son realizaciones alternativas, pero no limitativas en cuanto a los tipos de construcciones posibles en virtud de la presente invención. La figura 4A es una vista esquemática en sección transversal de una construcción del medio hecha de acuerdo con una implementación de la invención, que muestra una construcción de dos capas. En este ejemplo de realización, la construcción del medio 120 incluye una primera parte que contiene el medio aguas arriba 122 y una segunda parte que contiene el medio aguas abajo 124. El medio aguas arriba puede ser, por ejemplo una combinación de fibra de medios de vidrio y una fibra de soporte bicomponente. La parte de aguas abajo puede ser, por ejemplo, un medio de celulosa.

30 La figura 4B es una vista esquemática en sección transversal de otra construcción del medio hecha de acuerdo con una implementación de la invención, que muestra una construcción de tres capas. En este ejemplo de realización, la construcción del medio 130 incluye la primera y la segunda parte que contienen los medios aguas arriba 132 y 133, además de una tercera parte que contiene los medios aguas abajo 134. Las partes de medios aguas arriba pueden ser, por ejemplo una combinación de fibra de medios de vidrio y fibra de soporte bicomponente. En algunas realizaciones estas partes de medios aguas arriba 132, 133 pueden tener diferentes propiedades la una de la otra, tal como diferentes tamaños y distribuciones de poro. No es necesario que ambas capas (o partes si no en capas discretas) eliminen los FDP o contaminantes similares, siempre y cuando al menos una de las capas o partes lo hagan. La parte de aguas abajo puede ser, por ejemplo, un medio de celulosa. Otras realizaciones pueden tener, por ejemplo capas aguas abajo y aguas arriba adicionales.

35 La figura 4C es una vista esquemática en sección transversal de una construcción del medio hecha de acuerdo con una implementación de la invención, que muestra una construcción de dos capas con un separador entre las capas del medio. En este ejemplo de realización, la construcción del medio 140 incluye una primera parte que contiene el medio aguas arriba 142, una segunda parte que contiene el medio aguas abajo 144, y un separador 146 entre las partes aguas arriba y aguas abajo 142, 144. El medio aguas arriba puede ser, por ejemplo, una combinación de fibra de medios de vidrio y fibra de soporte bicomponente. La parte de aguas abajo puede ser, por ejemplo, un medio de celulosa. El separador 146 puede ser, por ejemplo, un material de malla no filtrante.

40 La figura 4D es una vista esquemática en sección transversal de una construcción del medio hecha de acuerdo con una implementación de la invención en la que la parte aguas arriba 152 y la parte aguas abajo 154 se separan además una de otra por un espacio. El medio aguas arriba puede ser, por ejemplo una combinación de fibra de medios soplada en estado fundido y fibras de soporte bicomponente. La parte aguas abajo puede ser, por ejemplo, un medio de celulosa. El espacio puede ser relativamente pequeño, o relativamente grande. En esta realización, la

orientación funcional de los dos medios es importante: que una parte del medio se sitúe aguas arriba de la otra parte. Se entenderá que se pueden colocar materiales de apoyo entre medias de estas dos partes 152, 154.

5 La figura 5 ilustra la relación de poros del medio en un ejemplo de realización de la invención, en el que la parte aguas arriba comprende medios sintéticos bicomponente de vidrio y la parte aguas abajo comprende celulosa. En particular, en esta implementación de ejemplo, se muestra una estructura en capas de la presente invención, en la que el tamaño de poro puede variar de ampliamente abierta en la parte aguas arriba a mucho menor en la parte aguas abajo, donde se produce la filtración de partículas finas. La parte aguas arriba puede comprender dos o más capas con diferentes tamaños de poro, como se muestra aquí. Sin embargo, el tamaño de poro modal de la celulosa es menor que el tamaño de poro modal de ambas partes de la parte aguas arriba representada.

10 A menudo es útil un filtro con una estructura en la que los poros medios son más pequeños en el lado aguas abajo que en el lado aguas arriba. En otras palabras, la estructura porosa va aumentando la densidad de aguas arriba a aguas abajo. Como resultado, las partículas o contaminantes a filtrar son capaces de penetrar a diferentes profundidades dependiendo del tamaño de las partículas. Esto provoca que las partículas o contaminantes se distribuyan en toda la profundidad del material de filtrado, reduciendo el aumento de la caída de presión, y
15 aumentando la vida del filtro. En una realización, los tamaños de poro cambian por pasos, como en la figura 5. En otra realización, el tamaño de poro aumenta gradualmente de menor el lado aguas abajo a mayor en el lado aguas arriba.

La figura 6 muestra un ejemplo de una realización de un filtro de combustible multi-etapa 180, que tiene capas concéntricas del medio 182, 184, 186. Las capas concéntricas pueden comprender capas de fibras de medios y de
20 fibras de soporte con diferentes dimensiones de poro desde el exterior al interior. En general, el tamaño de poro de flujo medio disminuirá de las capas externas 182 a las capas internas 186. Los FDP y otros productos similares tienen tendencia a adsorberse a la superficie exterior del medio y crear una capa o película sobre el medio. La aglomeración de los productos de degradación empieza a llenar los poros. El mayor número de poros grandes en el medio aguas arriba permite que el medio exterior capture y almacene los productos de degradación sin taponarse
25 tan rápidamente. La capa más densa aguas abajo está diseñada para tener una alta eficiencia para partículas.

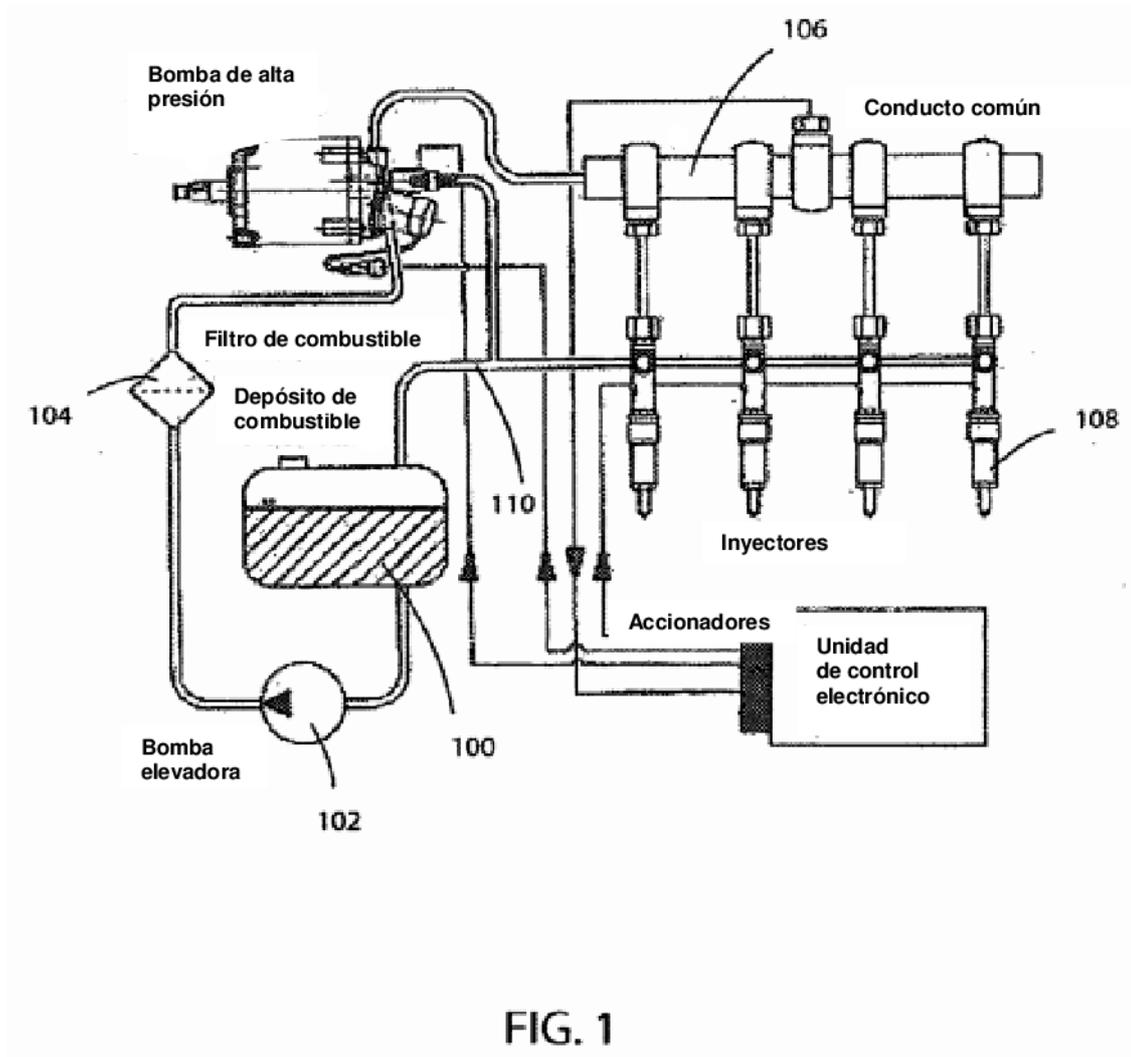
Se apreciará que, aunque la implementación de la invención descrita anteriormente se dirige a la eliminación de los FDP de las corrientes de combustible, tales como los depósitos de combustible de los motores diésel o los depósitos de almacenamiento a granel, el presente dispositivo se puede utilizar en otras aplicaciones de filtrado y no se limita a la eliminación de los FDP. Las realizaciones de esta invención también serían adecuadas para la eliminación de
30 numerosos contaminantes de una química de fluidos de hidrocarburos que incluyen contaminantes tales como ceras, asfaltenos, glucósidos de esteroides, glucósidos de esteroides, glicósidos de esteroides y productos de degradación del combustible. Los contaminantes pueden comprender, por ejemplo, partículas deformables, partículas no deformables, y mezclas de partículas deformables y no deformables. Hidrocarburos tales como el aceite lubricante y el aceite hidráulico también se pueden filtrar usando la presente invención.

35

REIVINDICACIONES

1. Un filtro para filtrar combustibles líquidos, comprendiendo el filtro:
- 5 un medio de filtrado configurado y dispuesto para su colocación en una corriente de combustible líquido, comprendiendo el medio de filtrado:
- a) fibra de medios y
 - b) fibra de soporte que tiene un diámetro medio mayor que la fibra de medios,
- 10 en el que al menos una de la fibra de medios y de la fibra de soporte comprenden una fibra soplada en estado fundido.
2. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1 y 3-17, en el que tanto la fibra de medios como la fibra de soporte comprenden una fibra soplada en estado fundido.
3. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-2 y 4-17, en el que la fibra de soporte comprende una fibra bicomponente.
- 15 4. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-3 y 5-17, en el que la fibra de medios tiene un diámetro medio menor de 5 micrómetros.
5. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-4 y 6-17, en el que la fibra de soporte tiene un diámetro medio mayor de 5 micrómetros.
- 20 6. El filtro para filtrar líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-5 y 7-17, en el que el medio de filtrado tiene un factor de solidez y compresión menor de 600.
7. El filtro para filtrar líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-6 y 8-17, en el que el medio de filtrado tiene un factor de solidez y compresión menor de 300.
8. El filtro para filtrar líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-7 y 9-17, en el que el medio de filtrado tiene factor de solidez y compresión menor de 150.
- 25 9. El filtro para filtrar líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-8 y 10-17, en el que el medio de filtrado tiene una solidez menor del 12 por ciento.
10. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-9 y 11-17, en el que el medio de filtrado tiene una compresibilidad menor del 40 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm².
- 30 11. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-10 y 12-17, en el que el medio de filtrado tiene una compresibilidad menor del 20 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm².
12. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de a las reivindicaciones 1-11 y 13-17, en el que el medio de filtrado tiene una compresibilidad menor del 10 por ciento a una presión de 1,24 kg/cm².
13. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-12 y 14-17, en el que el medio de filtrado tiene un tamaño de poro de flujo máximo al menos un 200 por ciento mayor que el tamaño de poro de flujo medio.
- 35 14. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-13 y 15-17, en el que el medio de filtrado tiene un poro de flujo medio menor de 15 micrómetros.
15. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-14 y 16-17, en el que el medio de filtrado tiene un poro de flujo modal de al menos 20 micrómetros.
- 40 16. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-15 y 17, en el que el medio de filtrado tiene una parte aguas arriba y una parte aguas abajo, y en el que la parte aguas arriba tiene un tamaño de poro modal mayor que el tamaño de poro modal de la parte aguas abajo.
17. El filtro para filtrar combustibles líquidos de cualquiera de las reivindicaciones 1-16, que comprende además un segundo medio de filtrado, comprendiendo el segundo medio de filtrado fibras de celulosa, y estando situado el segundo medio de filtrado aguas abajo del medio de filtrado que comprende una fibra de medios y una fibra de
- 45

soporte.



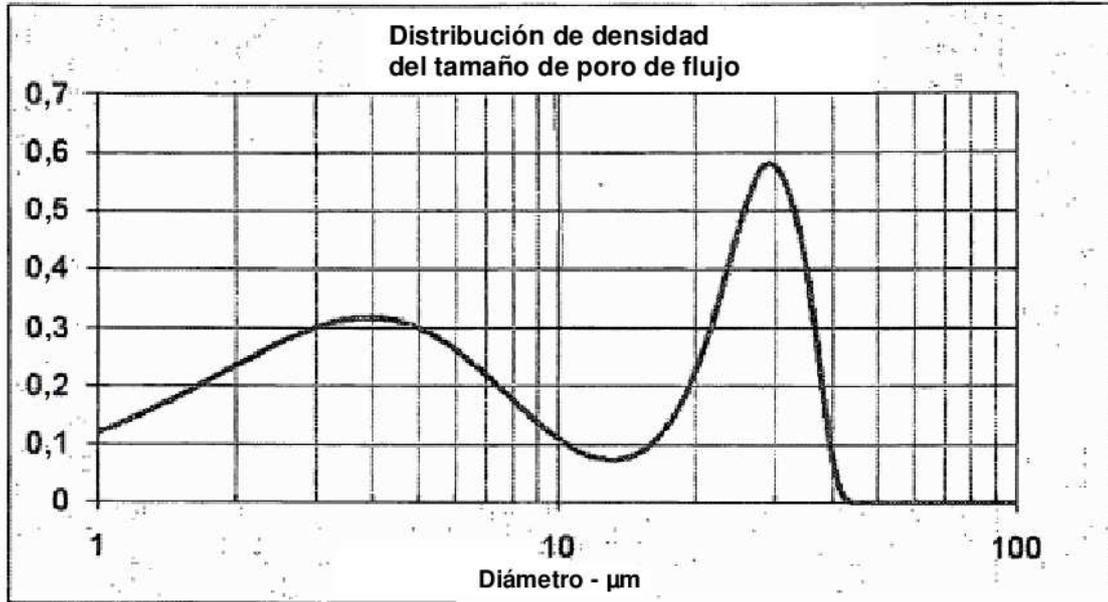


FIG. 2

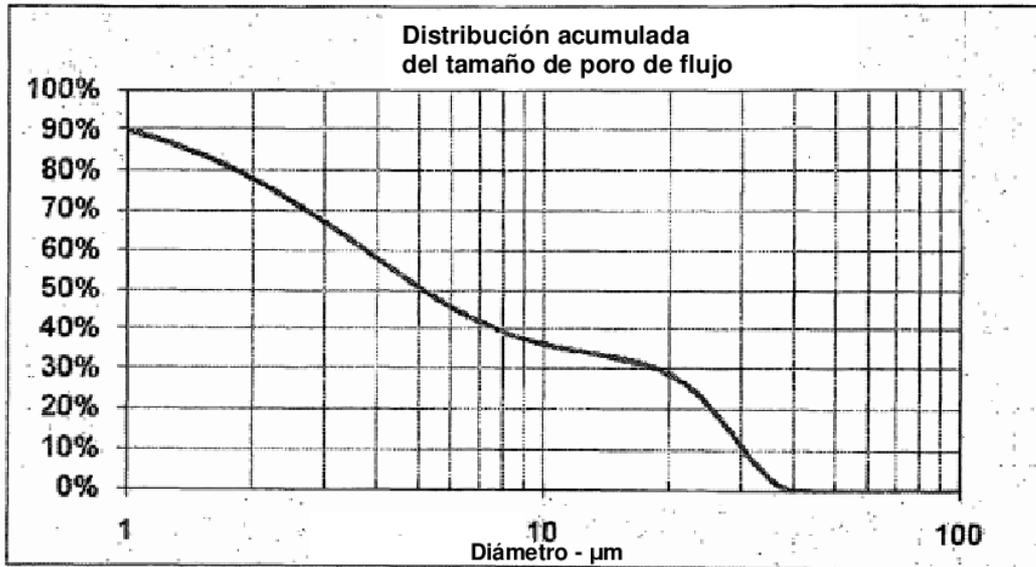


FIG. 3

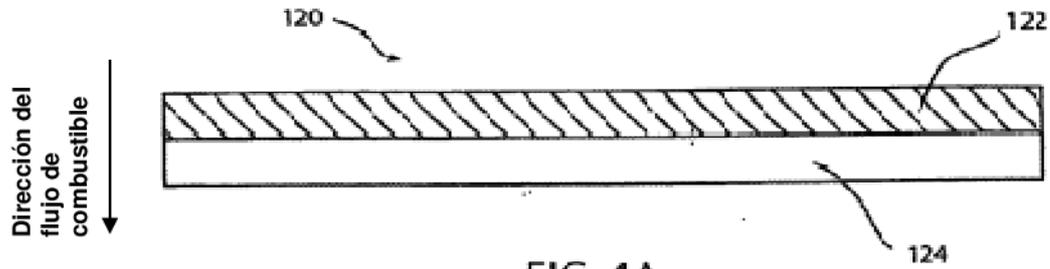


FIG. 4A

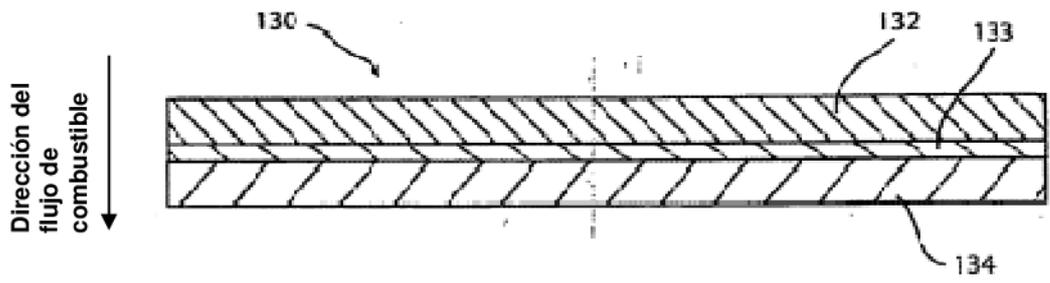


FIG. 4B

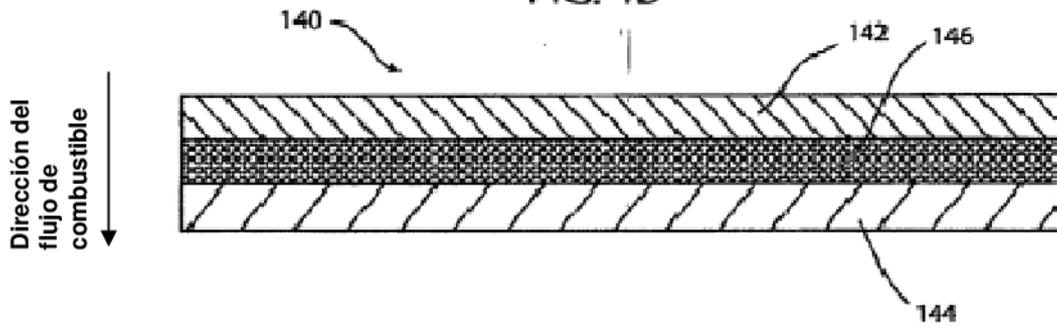


FIG. 4C

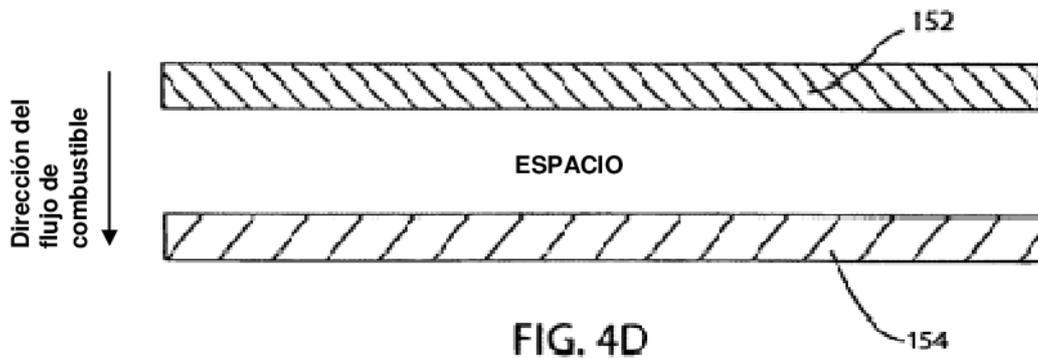


FIG. 4D

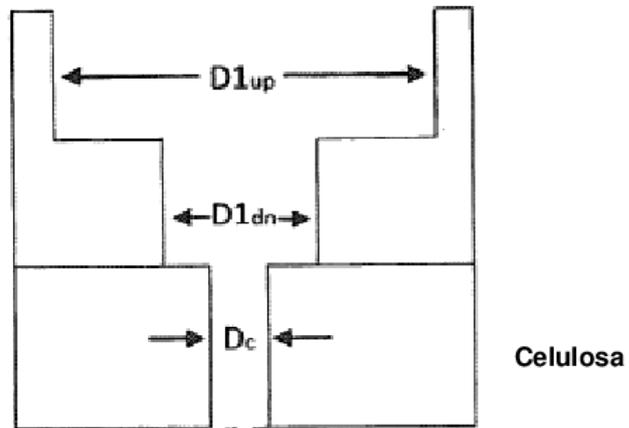


FIG. 5

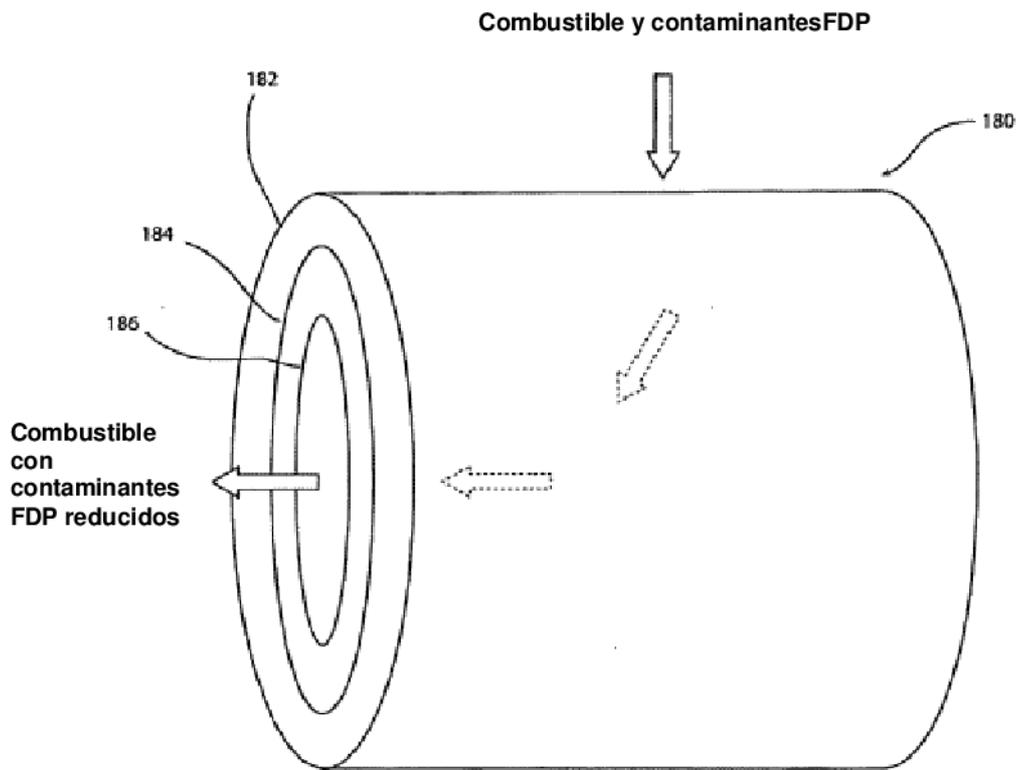


FIG. 6