



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 341 571**

(51) Int. Cl.:
B01J 19/24 (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)
B01J 10/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06751468 .7**
(96) Fecha de presentación : **25.04.2006**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1879692**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **23.01.2008**

(54) Título: **Conjunto modular de deflectores para reactores de polimerización por etapas verticales.**

(30) Prioridad: **05.05.2005 US 122376**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.06.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.06.2010

(73) Titular/es: **EASTMAN CHEMICAL COMPANY**
100 North Eastman Road
Kingsport Tennessee 37660, US

(72) Inventor/es: **Yount, Thomas, Lloyd;**
Scherrer, Paul, Keith y
Windes, Mark Allan

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 341 571 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

Conjunto modular de deflectores para reactores de polimerización por etapas verticales.

5 **Antecedentes de la invención****1. Ámbito de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato para la producción de productos de policondensación, tales como co-poliésteres y poliésteres lineales. Más particularmente, la presente invención se refiere a diseños mejorados de componentes internos de reactor para su uso en reactores de polimerización orientados en vertical.

2. Técnica anterior

Los procesos para producir materiales poliméricos tales como poliésteres y co-poliésteres por medio de reacciones de policondensación implican la liberación de subproductos ya que los grupos funcionales de polímeros de las moléculas reaccionan entre sí para producir moléculas de cadena molecular más grande. Típicamente, la extracción de estas moléculas liberadas de subproducto desde la mezcla de reacción es necesaria para impulsar la acumulación molecular del polímero. Si los componentes del subproducto no fueran retirados, el equilibrio químico inhibiría la longitud de la cadena polimérica formada. En muchos de estos sistemas de reacción de policondensación el método preferido para la extracción de los subproductos liberados es vaporizar el subproducto fuera de la mezcla de reacción.

Se han diseñado y puesto en funcionamiento varios diseños de reactores y sistemas de reacción de varias etapas para facilitar la vaporización de los subproductos y la producción asociada de materiales de policondensación. El diseño más económico para tales reacciones de policondensación (al menos para la producción de materiales poliméricos de bajo a moderado peso molecular) es una serie de reactores de tanque agitado. En estos sistemas de reactores se pueden producir grandes cantidades de materiales que utilizan intercambiadores de calor por termosifón con agitación mecánica y/o agitación simple por burbujas para mejorar la renovación de la superficie de transferencia de calor y líquido-vapor. Desafortunadamente, la viscosidad de las masas fundidas poliméricas aumenta dramáticamente a medida que aumenta el grado de polimerización ("DP"). En consecuencia, debido a las limitaciones prácticas de los diseños de agitador, la alta viscosidad de estos materiales reduce considerablemente la capacidad de renovar las superficies líquido-vapor y por lo tanto disminuye la eficiencia de transferencia de masa del reactor de tanque agitado.

Además de las características mencionadas anteriormente, otros parámetros de funcionamiento pueden ser limitados en el proceso de policondensación. Por ejemplo, pueden ser deseables mayores temperaturas para aumentar la cinética de la reacción y la volatilidad de los subproductos de reacción. Una mayor volatilidad de los subproductos disminuye la concentración de subproducto en la mezcla de reacción, fomentando así la reacción de polimerización. Sin embargo, la sensibilidad a la temperatura del material polimérico a las reacciones de degradación limita la utilización de la temperatura cada vez mayor como medio de fomentar el grado de polimerización. Similarmente, la volatilidad de los subproductos puede aumentarse aún más con el uso de presiones de funcionamiento bajas. Sin embargo, el uso de presiones de funcionamiento extremadamente bajas está limitado por el coste de alcanzar presiones de funcionamiento bajas y la cantidad de espacio del reactor de vapor necesario para evitar el arrastre de polímero adentro de la fuente de vacío. Por otra parte, la profundidad de la acumulación de polímero puede inhibir el uso efectivo del volumen de reacción en reactores de policondensación de baja presión. Específicamente, la profundidad excesiva de la mezcla de reacción aumenta los recorridos de convección y difusión que los subproductos volátiles deben recorrer antes de escapar. Además, cuando aumenta la profundidad de la acumulación de polímero, las partes más profundas de la acumulación son sometidas a mayor presión hidrostática. Mayores presiones locales en el líquido inhiben la formación de burbujas de subproducto, lo que impide la liberación de los subproductos y de ahí el uso efectivo del volumen de reacción para fomentar la polimerización.

Por las razones expuestas anteriormente, el aumento del grado de polimerización requiere el reemplazo de simples reactores de tanque agitado con equipos especializados de reacción. Dicho equipo especializado debe superar una o más de las limitaciones de funcionamiento anteriores para conseguir el grado deseado de polimerización. En la actualidad, existen dos enfoques fundamentales para mejorar la renovación de la superficie líquido-vapor que se describen mejor como el enfoque dinámico y el enfoque estático.

El primer enfoque podría denominarse el enfoque dinámico porque implica el uso de dispositivos mecánicos móviles para mejorar la renovación de la superficie líquido-vapor. Como se señaló anteriormente, la renovación mejorada de la superficie líquido-vapor facilita la liberación de los subproductos. Con el enfoque dinámico, se necesitan juntas alrededor del eje o ejes de giro que atraviesan las paredes del reactor. Estas juntas deben recibir mantenimiento con el fin de evitar que el aire se escape en el reactor. También con el enfoque dinámico, cuando aumenta el tamaño del recipiente y la viscosidad del producto, el tamaño de los componentes mecánicos debe aumentar con el fin de manejar el aumento de carga. El segundo enfoque puede ser denominado como el enfoque estático porque no se utilizan dispositivos móviles para la renovación de la superficie líquido-vapor. Este último enfoque utiliza la gravedad en combinación con la caída vertical para crear finas películas de polímeros. Típicamente, tales películas poliméricas fluyen entre bandejas durante la caída vertical. Las películas finas poliméricas combinadas con el corte y los efectos de renovación de superficie creados por películas descendentes en vertical impulsan la reacción de polimerización al mejorar la liberación de subproductos.

Las patentes de la técnica anterior que describen el uso de la gravedad en combinación con la caída vertical incluyen: las patentes de EE.UU. nº 5.464.590 (la patente '590), 5.466.419 (la patente '419), 4.196.168 (la patente '168), 3.841.836 (la patente '836), 3.250.747 (la patente '747), y 2.645.607 (la patente '607). Los primeros diseños de bandeja utilizaban bandejas circulares separadas verticalmente (un círculo completo en combinación con un círculo hueco y segmentado circular) que utilizaban la mayor parte de la sección transversal del recipiente. Estos reactores de bandeja circulares utilizan una parte grande de la sección transversal horizontal disponible del recipiente de presión para retener líquidos. En algunos diseños, una bandeja circular fue seguida por una bandeja de círculo hueco, formando así una disposición de disco-rosquilla. Así, el polímero fluía por un borde circular cuando pasaba de bandeja a bandeja. El subproducto en gas liberado fluía así a través de aberturas circulares y anulares. En otros diseños, las bandejas estaban segmentadas para proporcionar un borde recto para que el polímero fluyera por encima antes de caer a la siguiente bandeja. El diseño de bandeja segmentada también proporcionaba una zona abierta entre el borde recto sobre el que fluía el polímero y la pared del recipiente a través de la cual podía pasar el subproducto en gas. Con ambos diseños, sin embargo, los subproductos vaporizados desde las bandejas se veían obligados a fluir a través del mismo espacio que el flujo de masa fundida de polímero. Para abordar esta preocupación, el diámetro de las bandejas circulares se hizo un poco menor que el diámetro del recipiente del reactor. El espacio anular resultante se utilizaba para permitir que el tráfico de vapor se escapara de cada bandeja y fuera a la tobera de descarga de vapor del recipiente del reactor a lo largo de un recorrido externo al recorrido del flujo del polímero. Una limitación de los diseños simples de bandeja circular es la existencia de zonas de estancamiento o movimiento lento en las bandejas. El polímero en estas zonas de estancamiento tiende a cocerse demasiado, volverse excesivamente viscoso, reticularse y/o degradarse, y como resultado se solidifica lentamente. El resultado neto es una pérdida de volumen efectivo de reacción.

La siguiente generación de diseñadores cambió la forma de las bandejas de circular a otras formas geométricas. Se eliminaron las zonas muertas que no eran completamente efectivas como volumen de reacción. La eliminación de las zonas muertas también mejoró la calidad del producto ya que las zonas muertas son zonas que producen altos niveles de productos de degradación debido a la cocción excesiva del polímero. Desafortunadamente, estas bandejas con forma no circular no aumentan el uso efectivo del área en sección transversal del recipiente de presión cilíndrico.

El fundamento de las invenciones más recientes de la patente '590 y la patente '419 es una bandeja circular hueca que utiliza de manera más eficiente el área en sección transversal de un recipiente a presión cilíndrico a la vez que proporciona recorridos de flujo de masa fundida de polímero que reduce al mínimo las zonas muertas de líquido y evitan la canalización. El resultado neto fue el aumento aproximado del 40% en el área de la bandeja disponible para la retención de líquidos en comparación con las bandejas con forma no circular. La apertura central en las bandejas proporcionó una chimenea a través de la que se eliminaban los subproductos en vapor.

Sin embargo, como se expone anteriormente, la profundidad de las acumulaciones de polímeros también puede inhibir el uso efectivo del volumen de reacción a presiones de funcionamiento bajas. A una presión de funcionamiento determinada (nivel de vacío), el impacto negativo de la profundidad más profunda de polímero aumenta en proporción al grado de polimerización. Esto se debe a la reducción de la fuerza impulsora del equilibrio químico para la polimerización ya que la concentración de los grupos de extremo de polímero se reduce a través del crecimiento de las cadenas de polímeros. Por lo tanto, para obtener resultados aceptables, se deben mejorar los mecanismos para la liberación de subproductos de policondensación desde la masa fundida de polímero. A mayores grados de polimerización esto es necesario de manera que niveles suficientemente bajos de subproductos permanezcan en la masa fundida permitiendo que la polimerización continúe de manera eficiente. Sin embargo, otro factor importante es que la viscosidad aumenta sustancialmente a medida que la polimerización continúa a mayores grados de polimerización.

Con una viscosidad suficientemente alta, los diseños de bandejas que utilizan bandejas esencialmente horizontales no pueden lograr la combinación deseada de alta producción total de polímero y profundidades de polímero poco hondas. Los diseños de Lewis y otros en la patente '168 consiguen un grado de control sobre la profundidad de polímero al hacer que el polímero fluya hacia abajo por bandejas con pendiente. Las pendientes de las bandejas sucesivas se aumentan para tener en cuenta el aumento previsto de viscosidad del polímero conforme se polimeriza a lo largo de su trayecto. Las invenciones reivindicadas en la patente '168 son extensiones de los diseños de bandeja con pendiente para sistemas de polímeros con mayores producciones totales, viscosidades aún mayores y/o profundidades de funcionamiento menos hondas.

El diseño de la patente '168 (bandejas de cubeta y techo) también consiguió cierto grado de control sobre la profundidad de polímero mediante la división del flujo de polímero en dos corrientes iguales (siendo un recorrido de flujo un reflejo del otro recorrido de flujo) que atraviesan desde la parte superior hasta el fondo del reactor sobre bandejas inclinadas. La innovación en el diseño de la patente '168 sobre las bandejas inclinadas simples fue una reducción del volumen del recipiente del reactor necesario para encerrar las bandejas en un entorno de vacío. Al dividir el flujo de polímero se redujo la dimensión vertical (caída vertical) necesaria para que una bandeja logre una pendiente deseada y por lo tanto una profundidad deseada de polímero. La configuración de cubeta y techo corta la longitud horizontal de la bandeja que cada mitad de flujo de polímero debe atravesar antes de caer a la siguiente bandeja. Puesto que cada mitad del flujo de polímero atraviesa la mitad de la distancia horizontal, el tiempo de residencia para cada una es aproximadamente el mismo que una bandeja simple en pendiente, mientras que utiliza menos altura vertical total.

Como se incrementan los niveles de producción, el concepto de diseño de cubeta y techo puede ser extendido dividiendo las corrientes de polímeros en más corrientes iguales, generalmente de manera binaria - dos, cuatro, ocho...

Por lo tanto, se mantiene una buena utilización del volumen del recipiente del reactor cuando el recipiente aumenta de tamaño para alojar la producción de polímero.

Sin embargo, incluso con el diseño de bandeja de cubeta y techo de Lewis, la utilización del volumen de recipiente del reactor disminuye cuando el grado deseado de polimerización se hace aumentar y/o la transferencia de masa en función de la ventana del tiempo de residencia de explotación se estrecha para lograr una mejor calidad. Cuando el grado de polimerización objetivo se hace mayor la viscosidad del polímero aumenta. Así, para mantener los mismos requisitos de profundidad de polímero se requieren pendientes de bandeja pronunciadas. Similarmente, si la transferencia de masa se va a aumentar al poner de objetivo profundidades de polímero menos hondas, entonces se necesitan bandejas más pronunciadas. En algún momento las inclinaciones se hacen esencialmente verticales (de más de 60° de pendiente respecto la horizontal) y mediante un mayor cambio de la pendiente no pueden lograrse profundidades apreciablemente más delgadas para una determinada combinación de producción total y viscosidad. En esta zona de altas producciones totales, objetivos de profundidades poco hondas y alta viscosidad, los módulos de conjunto de deflectores de la presente invención descritos en esta memoria aumentan el número de láminas de polímero dentro de una determinada área en sección transversal del recipiente del reactor, logrando por tanto producciones totales elevadas y una mejor transferencia de masa.

En consecuencia, hay una necesidad de mejorar los diseños de bandeja para los reactores de policondensación que hagan una utilización más eficiente del espacio en un reactor vertical de polimerización, impulsado por flujo por gravedad, para combinaciones de alta viscosidad, alta producción total y profundidades de polímeros poco hondas.

Resumen de la invención

La presente invención supera uno o más problemas de la técnica anterior al proporcionar en una realización un módulo de conjunto de deflectores de componentes internos estáticos para un reactor de polimerización vertical impulsado por flujo por gravedad para combinaciones de alta viscosidad, alta producción total y películas delgadas de masa fundida de polímero. La presente invención es una mejora de diseños anteriores que también utilizaban el enfoque de caída vertical y por gravedad para conseguir el grado deseado de polimerización. Esos diseños anteriores se describen en los números patente de EE.UU. 5.464.590 (la patente '590), 5.466.419 (la patente '419), 4.196.168 ((la patente '168), 3.841.836 (la patente '836), 3.250.747 (la patente '747), y 2.645.607 (la patente '607). La presente invención proporciona mayores áreas de superficie sobre las que el líquido está en contacto con la atmósfera del reactor, a la vez que todavía se obtiene suficientes momentos de retención de líquido para que la polimerización tenga lugar, por medio de la nueva disposición de los componentes que comprende el módulo de conjunto de deflectores. El módulo de conjunto de deflectores de la invención incluye un divisor estacionario de alimentación y series estacionarias de deflectores o bandejas montadas en una estructura de apoyo. El divisor de alimentación es cualquier dispositivo que subdivida una corriente que fluye de polímero en dos o más corrientes que fluyen de forma independiente con el consiguiente aumento en el número de superficies libres. Al dividir la masa fundida de polímero, se puede aplicar de manera más uniforme a la serie de deflectores situados debajo de ella. Típicamente, los deflectores (bandejas) de la serie se disponen en filas con los deflectores en una fila con elevación (es decir, altura) constante.

La serie de deflectores proporciona superficies sólidas sobre las que fluyen las corrientes de polímero desde el divisor de alimentación. Los deflectores (bandejas) están orientados usualmente por lo menos 10 grados respecto al plano horizontal. Una fila de deflectores se puede formar por el montaje a una altura igual de una pluralidad de placas paralelas separadas horizontalmente. Para tal serie, la separación lineal o normal entre deflectores adyacentes en una fila es preferentemente constante.

Dos o más filas de deflectores (bandejas) se disponen verticalmente en el módulo de conjunto de deflectores. Las filas de deflectores dispuestas verticalmente en el módulo de conjunto de deflectores tienen típicamente una fila situada la más alta, una fila situada la más baja y opcionalmente una o más filas situadas entremedio. A su vez, cada fila incluye uno o más deflectores que se sitúan de manera que cuando la masa fundida de polímero hace contacto con un deflector la masa fundida de polímero se mueve en dirección hacia abajo por la fuerza de gravedad. Además, los deflectores en cada fila se disponen en forma paralela. La disposición de las filas de deflectores en los módulos de conjunto de deflectores son tales que cada fila (excepto en la fila de más abajo) transfiere la masa fundida de polímero a una fila adyacente siguiente verticalmente inferior de deflectores. De acuerdo con la disposición vertical de los componentes en el módulo de conjunto de deflectores y apilando adicionales módulos de conjunto de deflectores si es necesario dentro del reactor, la masa fundida de polímero cae en cascada abajo por la longitud vertical del interior del recipiente de reacción.

El recipiente de reactor proporciona unos medios para controlar tanto la presión como la temperatura en el espacio que rodea los módulos de conjunto de deflectores. Los módulos de conjunto de deflectores se montan en el recipiente para proporcionar la retención de las masas fundidas de polímeros, aumentando por tanto el tiempo de permanencia de líquido en el reactor y su exposición a las condiciones de reacción. El tiempo de permanencia del líquido se requiere para que haya tiempo suficiente para que la cinética de polimerización para continuar con la mejora de las tasas de liberación de subproductos alcanzadas por el aumento del área de superficie líquido-vapor y la mejora de su renovación. Este diseño no solo proporciona más área de superficie libre para la masa fundida de polímero, también proporciona más recorridos de flujo paralelos de forma que se reduce la profundidad del polímero en los deflectores.

La presencia de un divisor de la alimentación en la cima de un módulo de conjunto de deflectores facilita el cambio del número o la orientación de los deflectores (bandejas) de un módulo a un módulo posterior inferior.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1a es una vista en sección transversal de una realización del módulo de conjunto de deflectores de la presente invención que muestra divisores de alimentación y una serie posterior de deflectores paralelos en una estructura de apoyo;

La figura 1b es una vista superior de la caja de divisor de alimentación en la cima del módulo de conjunto de deflectores de la presente invención;

La figura 2a es una vista en perspectiva de un módulo de conjunto de deflectores de la presente invención;

La figura 2b es una vista en perspectiva de un módulo de conjunto de deflectores de la presente invención con una pared de la estructura de apoyo retirada para exponer la disposición interna de deflectores;

La figura 3a es una vista lateral de una sección de deflector con una masa fundida de polímero fluyendo en él;

La figura 3b es un esquema que ilustra el flujo de masa fundida de polímero a través del divisor de alimentación y sobre los deflectores posteriores en el conjunto de la invención;

La figura 4 es un diagrama que muestra la relación espacial entre los deflectores utilizados en el módulo de conjunto de deflectores de la invención;

La figura 5a es una ilustración que evidencia un mecanismo en el que el flujo de masa fundida de polímero puede saltarse un deflector;

La figura 5b es una ilustración que evidencia el uso de extensiones de deflector para evitar que el flujo de polímero se salte un deflector (como se muestra en la figura 5a);

La figura 5c es una ilustración que evidencia un flujo discontinuo de masa fundida de polímero en un deflector;

La figura 5d es una ilustración que evidencia el uso de extensiones de deflectores para evitar el flujo discontinuo de polímero (mostrado en la figura 5c);

La figura 5e es una ilustración que evidencia la reducción en la anchura de la lámina de polímero cuando cae entre deflectores;

La figura 5f es una ilustración que evidencia el uso de extensiones de deflector para disminuir al mínimo la reducción en la anchura de lámina de polímero (como se muestra en la figura 5e);

La figura 6a es una vista lateral de un reactor de polimerización compuesto de un recipiente que incluye un módulo de conjunto de deflectores de la presente invención; y

La figura 6b es una vista superior de un reactor de polimerización que contiene un módulo de conjunto de deflectores de la presente invención que muestra una tobera de entrada de polímero y una tobera de salida de polímero, así como una tobera para la extracción de gas.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Ahora se hará referencia en detalle a las composiciones o realizaciones y los métodos actualmente preferidos de la invención, que constituyen los mejores modos de elaborar la invención que se conoce actualmente por los inventores.

En una realización de la presente invención, se proporciona un conjunto adaptado para ser colocado en un reactor para la polimerización de una masa fundida de polímero. Haciendo referencia a las figuras 1a, 1b, 2a y 2b, el módulo 10 de conjunto de deflectores consiste en un divisor de alimentación estacionario y deflectores estacionarios montados en una estructura de apoyo 12. El divisor de alimentación y los deflectores se denominan estacionarios ya que no tienen piezas móviles ni ellos se mueven durante el funcionamiento.

El módulo 10 de conjunto de deflectores incluye una fila de deflectores 24 que es la fila situada la más alta en vertical y otra fila de deflectores 26 que es la fila situada la más baja en vertical. El módulo 10 de conjunto de deflectores también incluirá, opcionalmente, una o más filas colocadas entremedio 28, 30, 32, 34. Cada fila de las filas dispuestas verticalmente de deflectores 24-34 incluye una pluralidad de deflectores 36, 38, 40, 42, 44, 46. Típicamente, cada fila tiene de 8 a 60 deflectores. Además, cada deflector de la pluralidad de deflectores 36-46 están en ángulo y predisuestos en la misma dirección de tal manera que cuando la masa fundida polimérica hace contacto en un deflector de la pluralidad de deflectores 36-46, la masa fundida polimérica se mueve en sentido hacia abajo por la fuerza de la gravedad. En este contexto, predisuesto en el mismo sentido que significa que cada deflector de la pluralidad de

deflectores de una fila determinada dirige el flujo de masa fundida de polímero en el mismo sentido, es decir, cuando se observan los deflectores desde los extremos, el flujo de cada deflector en la fila o es de izquierda a derecha o de derecha a izquierda. Dicho de manera alternativa, los deflectores en cada fila son substancialmente paralelos o bien no hay dos deflectores en una fila que tengan un ángulo relativo entre ellos que sea mayor de 90 grados. Además, cada fila de las filas dispuestas verticalmente 24-34, a excepción de la fila colocada la más baja, transfiere masa fundida polimérica a una fila adyacente verticalmente inferior. Además, hay una holgura consistente entre los deflectores en una fila. "Holgura consistente" tal como se usa en este contexto significa que los deflectores están separados por una distancia suficiente para evitar que la masa fundida de polímero 46 cierre el hueco entre deflectores adyacentes en una fila.

El divisor de alimentación es cualquier dispositivo que pueda ser utilizado para subdividir uniformemente el flujo de polímero sobre los deflectores. Un divisor de alimentación puede ser formado a partir de una placa mediante la adición de aberturas situadas convenientemente. Además, se pueden disponer fácilmente series de varillas, barras, tubos, medios tubos y ángulos para formar el divisor de alimentación.

El módulo 10 de conjunto de deflectores incluye una caja de divisor de alimentación que divide el flujo mediante una placa perforada. Después de fluir a través de las filas de lumbreras 14, 16, 18, y 20 divisoras de flujo; la masa fundida de polímero impacta sobre los divisores de flujo adicionales 48, 50, 52, 54. Estos divisores adicionales 48, 50, 52 y 54 son necesarios cuando el número de filas de lumbreras divisoras 14, 16, 18 y 20 es igual a la mitad del número de deflectores en una fila. Los divisores 48, 50, 52 y 54, como se muestra, están hechos de una placa semicircular (medio tubo). Debe tenerse en cuenta sin embargo que también pueden utilizarse otras formas tales como una placa doblada (es decir, "ángulo"). La estructura de apoyo 12 incluye típicamente un primer par de lados opuestos 60, 62 y un segundo par de lados opuestos 64, 66. Las filas de deflectores 24-34 se sitúan entre el primer par de lados opuestos 60, 62 y cada deflector de las filas 24-34 de deflectores está dispuesto entre el segundo par de lados opuestos 64, 66. Por otra parte, el segundo par de lados opuestos 64, 66 incluye la pluralidad de aberturas 22 adaptadas para permitir el escape de vapor liberado desde la masa fundida polimérica.

Con referencia a la figura 3, se proporciona un esquema que ilustra el flujo de la masa fundida de polímero en el módulo de conjunto de deflectores de la presente invención. La masa fundida de polímero 70 se introduce en la parte superior del módulo 10 de conjunto de deflectores entrando por la lumbrera 72. El polímero fluye hacia abajo sobre la placa 74. La masa fundida de polímero 70 fluye entonces a través de las filas de lumbreras divisoras 14, 16, 18, y 20 que se encuentran en la placa 74. El flujo a través de las filas de lumbreras divisoras 14, 16, 18, 20 actúa para dividir el flujo de masa fundida de polímero 70. La masa fundida de polímero 70 impacta luego en los divisores 48, 50, 52, 54 de flujo, que dividen aún más el flujo en corrientes de flujo 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, que fluyen sobre cada uno de los deflectores 36 de la fila 24 de más arriba. La masa fundida de polímero 70 continúa luego para fluir hacia abajo a los deflectores 36 y luego sobre los deflectores 38 fluyendo cada una de las corrientes de flujo 76-90 en el deflector más cercano de los deflectores 38. Este proceso se repite para cada fila de deflectores hasta llegar a la fila de más abajo de deflectores 46. Los deflectores 36-46 en cada una de las filas 24-34 están en ángulo con un ángulo α medido desde un plano horizontal cuando se ve desde el lado. Típicamente, α es de 10 grados a 80 grados medidos desde un plano horizontal. Además, cuando se ve desde el lado, una fila determinada de deflectores dirigirá el flujo de masa fundida de polímero 70 hacia abajo bien de izquierda a derecha o de derecha a izquierda. Además, en cada fila, el sentido de ir de izquierda a derecha o de derecha a izquierda se alternará entre filas adyacentes. Otro aspecto meritorio de este diseño de deflector (bandeja) es que mantiene los aspectos de productividad de polímero del diseño de bandeja de cubeta y techo. Conforme el polímero fluye de deflector a deflector los dos lados de la corriente de polímero en flujo laminar se exponen alternativamente a la interfaz vapor-líquido. El polímero que estaba en la parte superior de la corriente de polímero en un deflector está en el fondo de la acumulación contra el suelo del deflector siguiente, y viceversa, el polímero que había estado en la parte inferior de la corriente está en la parte superior de la corriente de flujo y expuesta al vapor en el deflector siguiente. Sin embargo, cada deflector de una fila determinada 24-34 dirigirá el flujo en el mismo sentido. Por lo tanto, típicamente cada deflector de una fila determinada de las filas 24-34 será substancialmente paralelo. Deflectores no paralelos también están en el ámbito de la invención, siempre y cuando el sentido direccional de todos los deflectores en una fila sea el mismo.

La relación del espesor de las corrientes de flujo 76-90 con respecto a la geometría del deflector o la bandeja y las propiedades físicas del fluido se aproxima por la ecuación I:

$$(3 F \mu) / (\rho g d^3) = W N \text{ sen } (\alpha) \quad \text{I}$$

donde F es el flujo total de masa de polímero a través del reactor, g es la aceleración de la gravedad, d es el espesor de la masa fundida de polímero como se muestra en la figura 3a, μ es la viscosidad dinámica de la masa fundida de polímero, ρ es la densidad de la masa fundida de polímero, W es la anchura de los deflectores, N es el número de deflectores en una fila, y α es el ángulo que define la pendiente de los deflectores con respecto a un plano horizontal. Típicamente, el ángulo α será de 10 grados a 80 grados con respecto a un plano horizontal.

Con referencia a la figura 4, se proporciona un diagrama que ilustra la disposición de los deflectores. Para un α dado, d_1 es la distancia perpendicular entre cada deflector en una sola fila, d_2 es la distancia de desplazamiento horizontal entre las filas adyacentes verticalmente de deflectores, d_3 es el desplazamiento vertical o hueco entre filas adyacentes de deflectores, d_4 es la extensión horizontal de cada deflector y d_5 es la caída vertical de cada deflector.

La distancia d_1 es normalmente de 2,54 cm (1 pulgada) a 25,4 cm (10 pulgadas). En otras variaciones, d_1 es de 5,08 cm (2 pulgadas) a 20,32 cm (8 pulgadas). En todavía otras variaciones, d_1 es de 10,16 cm (4 pulgadas) a 12,7 cm (5 pulgadas). Típicamente, la distancia entre cada deflector de la pluralidad de deflectores es tal que cuando la masa fundida de polímero fluye a través del módulo de conjunto de deflectores, durante la operación en estado estacionario, la masa fundida de polímero es de un grosor de al menos el 10% de la distancia entre deflectores adyacentes en una fila. Típicamente, d_2 es de 2,54 cm (1 pulgada) a 12,7 cm (5 pulgadas), d_3 es de 0 cm (0 pulgadas) a 15,24 cm (6 pulgadas), d_4 es de 10,16 cm (4 pulgadas) a 121,92 cm (48 pulgadas), y d_5 es de 10,16 cm (4 pulgadas) a 121,92 cm (48 pulgadas). En otras variaciones, d_2 es de 5,08 cm (2 pulgadas) a 10,16 cm (4 pulgadas), d_3 es de 2,54 cm (1 pulgada) a 7,62 cm (3 pulgadas), d_4 es de 15,24 cm (6 pulgadas) a 30,48 cm (12 pulgadas), y d_5 es de 20,32 cm (8 pulgadas) a 60,96 cm (24 pulgadas). En otras variaciones, durante el funcionamiento en estado estacionario, la masa fundida polimérica es de un grosor de al menos el 20% de la distancia entre deflectores adyacentes en una fila. En todavía otras variaciones, durante el funcionamiento en estado estacionario, la masa fundida polimérica es de un grosor de al menos el 40% de la distancia entre deflectores adyacentes en una fila.

En una variante de la presente invención, una o más extensiones de deflector se unen al borde inferior de cada deflector que transfiere la masa fundida polimérica a un deflector situado verticalmente a continuación. Haciendo referencia a las figuras 5a-f, se proporcionan esquemas que ilustran el efecto de las extensiones de deflector en el flujo de la masa fundida de polímero. En la figura 5a, el deflector 100 está diseñado para transferir masa fundida de polímero 102 al deflector 104. Sin embargo, en determinadas condiciones sin ninguna extensión de deflector en el extremo del deflector 100, existe la posibilidad de que la masa fundida de polímero 102 pueda saltarse el deflector 104. Esto se debe al hecho de que a medida que el polímero fluye hacia abajo por un deflector, el líquido sobre la superficie superior expuesta se mueve más rápido que el polímero que fluye por el suelo formado por el deflector. En consecuencia, cuando el flujo de polímero llega a la parte inferior del deflector tiende a curvarse hacia atrás hacia el piso del deflector desde el que el polímero se está marchando. Usualmente, esto no da lugar a una enorme cantidad de movimiento horizontal. Sin embargo, como el deflector de debajo está inclinado en la misma dirección en un ángulo muy pronunciado, el polímero puede pegar en este deflector inmediatamente inferior a cierta distancia a lo largo del deflector o saltarse por completo el deflector. En la figura 5b, el deflector 100 incluye una o más extensiones 106 de deflector que ayudan a dirigir el flujo sobre el deflector 104 como se ilustra. Por lo tanto, las extensiones de deflector consistentes en varillas o dedos que se extienden desde el borde inferior de los deflectores (bandejas) es una mejora de esta invención. La separación de las varillas o los dedos depende de la viscosidad y el régimen de flujo esperados del polímero. Los dedos se extienden hacia abajo verticalmente desde el deflector al que están unidos pero se paran a poca distancia de la altura esperada de la profundidad del polímero en el siguiente deflector inferior. Con estos dedos la lámina de polímero desde un deflector se dirige al deflector siguiente para utilizar más del área de superficie del siguiente deflector.

Con referencia a la figura 5c, se ilustra otro flujo de masa fundida de polímero que puede ocurrir sin extensión de deflector. En este escenario, la masa fundida de polímero 102 se observa que fluye de una manera discontinua ("bola de nieve") al avanzar hacia abajo por el deflector 100 y por lo tanto desde el deflector 100 al deflector 104. En el lugar donde el material descendente 102 hace contacto con el deflector 104, hay algo de plegado del material en la parte superior del mismo. El alcance de este pliegue en combinación con la pendiente del deflector 104 puede dar lugar al flujo discontinuo mostrado. La figura 5d ilustra cómo las extensiones 106 de deflector remedian esta situación mediante la reducción de la extensión en la que se produce el plegado.

Haciendo referencia a la figura 5e se proporciona una vista de extremo de la masa fundida de polímero 102 que fluye desde el deflector 100. En ausencia de extensiones de deflector la anchura de la película descendente se reduce a medida que la masa fundida de polímero 102 se retira hacia el centro del deflector 100. Como se muestra en la figura 5f, las extensiones 106 de deflector tienden a mitigar este efecto. Típicamente, la una o más extensiones de deflector comprende una pluralidad de salientes similares a varillas que se extienden desde el borde inferior de cada deflector.

En otra realización de la presente invención, se proporciona un reactor de polimerización que utiliza uno o más módulos de conjunto de deflectores expuestos antes. Con referencia a las figuras 1 y 6, un reactor 120 de polimerización incluye un módulo 10 de conjunto de deflectores y un depósito 122 dispuesto verticalmente. La entrada 124 de masa fundida polimérica se coloca cerca de la parte superior 126 de la cubierta externa 122 y la salida 128 de masa fundida polimérica se coloca cerca del fondo 130 de la cubierta externa 122. Por otra parte, el reactor 120 de polimerización también incluye una salida 132 de vapor unida a la cubierta externa 122. Por último, el reactor 120 de polimerización incluye el módulo 10 de conjunto de deflectores que recibe la masa fundida polimérica desde la entrada de masa fundida polimérica y transfiere la masa fundida polimérica a la salida 128 de masa fundida polimérica, como se indica más arriba. En otra variante de esta realización, puede haber presentes conjuntos adicionales de deflectores en el reactor 120 de polimerización. Estos conjuntos adicionales de deflectores pueden ser colocados al lado del módulo 10 de conjunto de deflectores y/o apilados debajo del conjunto 10 de deflectores. El reactor 120 de polimerización también incluye un calentador (no mostrado) para el mantenimiento de la masa fundida de polímero en estado fluido y una bomba de vacío (no mostrada) para reducir la presión dentro del reactor de polimerización (no mostrado). La bomba de vacío actuará típicamente a través de la salida 132 de vapor. Específicamente, el módulo 10 de conjunto de deflectores incluye dos o más filas dispuestas verticalmente de deflectores 24-34. Las filas dispuestas verticalmente tienen una fila 24 colocada la más alta, una fila 26 colocada la más baja y opcionalmente una o más filas 28-34 colocadas entremedio. Además, cada fila de las filas dispuestas verticalmente 24-34 incluye una pluralidad de deflectores que están en ángulo de tal manera que cuando la masa fundida polimérica hace contacto con un deflector de la pluralidad de deflectores la masa fundida polimérica se mueve en sentido hacia abajo por la fuerza de gravedad. Por último, cada una de las filas,

ES 2 341 571 T3

excepto la fila 26 colocada la más baja, está adaptada para transferir la masa fundida polimérica a una fila adyacente verticalmente inferior.

En incluso otra realización de la invención, se proporciona un método para aumentar el grado de polimerización en una masa fundida polimérica usando el módulo de conjunto de deflectores explicado antes. El método de la invención comprende la introducción de la masa fundida polimérica en el módulo de conjunto de deflectores a una temperatura y presión suficientes. Los detalles del conjunto se exponen más arriba. El método de esta realización comprende la división de la corriente de masa fundida de polímero antes de hacer contacto con la fila situada la más alta de deflectores con la masa fundida polimérica. A continuación, las filas opcionales intermedias de deflectores entran en contacto con la masa fundida polimérica. Por último, la fila situada la más baja de deflectores se pone en contacto con la masa fundida polimérica. Después de pasar por la fila situada la más baja de deflectores, la masa fundida polimérica fluye fuera del módulo de conjunto de deflectores. La masa fundida polimérica retirada del módulo de conjunto de deflectores tiene ventajosamente un mayor grado de polimerización que cuando la masa fundida polimérica se introdujo en el conjunto. En una variante de esta realización, la temperatura de reacción es de 250°C a 320°C, y la presión de reacción es 0,000266 bar (0,2 torr) a 0,0399 bar (30 torr).

Con el fin de lograr una utilización eficiente del espacio, la separación horizontal dentro de una fila de deflectores se puede adaptar a la viscosidad de la masa fundida del líquido (es decir, la masa fundida de polímero). Así, a medida que aumenta la viscosidad desde la parte superior al fondo del reactor, la separación horizontal mínima puede aumentarse entre los deflectores adyacentes en una fila. Como resultado, el número de deflectores en una fila puede ser menor para módulos inferiores posteriores de conjunto de deflectores. El diseño del divisor de alimentación utilizado en cada módulo debe tener en cuenta por lo tanto cualquier cambio en el número de deflectores en una fila. Además, un diseño con un divisor de alimentación en cada módulo permite el cambio de la orientación de los deflectores, por ejemplo, al ser girados los deflectores en módulos sucesivos 90 grados respecto la línea central del reactor.

También debe tenerse en cuenta que se pueden apilar varios módulos de conjunto de deflectores para proporcionar un recorrido más largo de flujo para la masa fundida de polímero. Aunque este ejemplo ilustra el uso de un módulo único de conjunto, se puede utilizar un número arbitrario de conjuntos de módulo. El número real de conjuntos de módulo necesario depende de varios factores.

Si bien se han ilustrado y descrito realizaciones de la invención, no es la intención de estas realizaciones ilustrar y describir todas las formas posibles de la invención. En cambio, las palabras utilizadas en la memoria descriptiva son las palabras de descripción en lugar de limitación, y se entiende que pueden hacerse varios cambios sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto modular (10) para un reactor de polimerización vertical de flujo impulsado por gravedad para la polimerización de una masa fundida de polímero con alta viscosidad, comprendiendo el conjunto:
una estructura de apoyo (12) que tiene una pluralidad de aberturas laterales (22) adaptadas para permitir el escape de vapor liberado desde la masa fundida de polímero; y
un divisor de alimentación para subdividir el flujo de polímero; y,
dos o más filas dispuestas verticalmente de deflectores (24-34) situadas en la estructura de apoyo, las dos o más filas dispuestas verticalmente tienen una fila situada la más alta, una fila situada la más baja y, opcionalmente, una o más filas situadas entremedio (28, 30, 32, 34), en la que cada fila de las dos o más filas dispuestas verticalmente incluye una pluralidad de deflectores (36, 38, 40, 42, 44, 46), la pluralidad de deflectores están en ángulo y predispuestos en el mismo sentido de tal manera que cuando la masa fundida polimérica hace contacto en un deflector de la pluralidad de deflectores la masa fundida polimérica se mueve en sentido hacia abajo por la fuerza de gravedad y en la que cada fila de las dos o más filas dispuestas verticalmente, con excepción de la fila situada la más baja, está adaptada para transferir la masa fundida polimérica a una fila adyacente verticalmente inferior.
2. El conjunto de la reivindicación 1, en el que cada fila de las dos o más filas situadas verticalmente comprende una pluralidad de deflectores substancialmente paralelos.
3. El conjunto de la reivindicación 1, en el que la distancia entre cada deflector de la pluralidad de deflectores en una sola fila es tal que cuando la masa fundida polimérica fluye a través del conjunto, durante el funcionamiento en estado estacionario, la masa fundida polimérica es de un grosor de al menos el 10% de la distancia entre deflectores adyacentes en horizontal.
4. El conjunto de la reivindicación 1, en el que cada deflector de la pluralidad de deflectores se coloca con un ángulo de 10 grados a 80 grados medidos a partir de un plano horizontal.
5. El conjunto de la reivindicación 1, en el que cada fila de las dos o más filas dispuestas verticalmente comprende de 8 a 60 deflectores.
6. El conjunto de la reivindicación 1, en el que las filas dispuestas verticalmente comprenden una pluralidad de deflectores con cada deflector de la pluralidad de deflectores en una fila separado por una distancia mínima de 2,54 cm (1 pulgada) a 25,4 cm (10 pulgadas).
7. El conjunto de la reivindicación 1, en el que las filas dispuestas verticalmente comprenden una pluralidad de deflectores con cada deflector de la pluralidad de deflectores en una fila separado una distancia mínima de 5,08 cm (2 pulgadas) a 20,32 cm (8 pulgadas).
8. El conjunto de la reivindicación 1, en el que cada fila de las dos o más filas dispuestas verticalmente, con excepción de la fila situada la más baja, está adaptada para transferir la masa fundida polimérica a una fila adyacente verticalmente inferior de manera que cada deflector transfiere masa fundida polimérica a un deflector más cercano situado verticalmente hacia abajo.
9. El conjunto de la reivindicación 8, en el que cada deflector que transfiere masa fundida polimérica a un deflector más cercano situado verticalmente hacia abajo comprende además una o más extensiones de deflector.
10. El conjunto de la reivindicación 9, en el que la una o más extensiones de deflector comprende una pluralidad de salientes similares a varillas que se extienden desde el borde inferior de cada deflector, los salientes están adaptados para transferir masa fundida polimérica a un deflector más cercano situado verticalmente hacia abajo.
11. El conjunto de la reivindicación 1, en el que la estructura de apoyo comprende un primer par de lados opuestos y un segundo par de lados opuestos con las dos o más filas dispuestas verticalmente de deflectores dispuestas entre el primer par de lados opuestos y cada deflector de la pluralidad de deflectores dispuestos entre el segundo par de lados opuestos.
12. El conjunto de la reivindicación 11, en el que el segundo par de lados opuestos incluye la pluralidad de aberturas adaptadas para permitir el escape de vapor liberado desde la masa fundida polimérica.
13. El conjunto de la reivindicación 12, en el que la pluralidad de aberturas adaptadas para permitir el escape de vapor liberado desde la masa fundida polimérica se encuentra junto a huecos entre dos deflectores adyacentes de la pluralidad de deflectores.
14. El conjunto de la reivindicación 1, que comprende además uno o más divisores de flujo de masa fundida polimérica adaptados para dividir la masa fundida polimérica que fluye desde el divisor de alimentación o desde una o más entradas de polímero.

ES 2 341 571 T3

15. Un reactor de polimerización que comprende el conjunto de la reivindicación 1 colocado dentro de un depósito dispuesto verticalmente.

16. Un método para aumentar el grado de polimerización de una masa fundida polimérica, el método comprende:

a) introducir la masa fundida polimérica en un conjunto acorde con la reivindicación 1 a una temperatura y presión suficientes para aumentar el grado de polimerización de la masa fundida de polímero, el conjunto comprende:

un divisor de alimentación y dos o más filas dispuestas verticalmente de deflectores, las dos o más filas dispuestas verticalmente tienen una fila situada la más alta de deflectores, una fila situada la más baja de deflectores y una o más filas opcionales situadas entremedio de deflectores, en la que cada fila de las dos o más filas dispuestas verticalmente incluye una pluralidad de deflectores, la pluralidad de deflectores paralelos están en ángulo y predispuestos en el mismo sentido de tal manera que cuando la masa fundida polimérica hace contacto en un deflector de la pluralidad de deflectores la masa fundida polimérica se mueve en sentido hacia abajo por la fuerza de gravedad y en la que cada fila de las dos o más filas dispuestas verticalmente, con excepción de la fila situada la más baja, está adaptada para transferir la masa fundida polimérica a una fila adyacente verticalmente inferior;

b) poner en contacto la masa fundida polimérica con la fila situada la más alta de deflectores;

c) poner en contacto la masa fundida polimérica con las filas opcionales intermedias de deflectores;

d) poner en contacto la masa fundida polimérica con la fila situada la más baja de deflectores; y

e) eliminar la masa fundida polimérica del conjunto en el que la masa fundida polimérica retirada del conjunto tiene un mayor grado de polimerización que cuando la masa fundida polimérica se introdujo en el conjunto.

17. El método de la reivindicación 16, en el que la temperatura es de 250°C a 320°C.

18. El método de la reivindicación 16, en el que la presión es de 0,000266 bar (0,2 torr) a 0,0399 bar (30 torr).

19. El método de la reivindicación 16, en el que cada fila de las dos o más filas situadas verticalmente comprende una pluralidad de deflectores esencialmente paralelos.

20. El método de la reivindicación 16, en el que la distancia entre cada deflector de la pluralidad de deflectores es tal que cuando la masa fundida polimérica fluye a través del conjunto durante el funcionamiento en estado estacionario, la masa fundida polimérica es de un grosor de al menos el 10% de la distancia entre deflectores adyacentes en horizontal.

21. El método de la reivindicación 16, en el que cada fila de las dos o más filas dispuestas verticalmente, con excepción de la fila situada la más baja, está adaptada para transferir la masa fundida polimérica a una fila adyacente verticalmente inferior de manera que cada deflector transfiere masa fundida polimérica a un deflector más cercano situado verticalmente hacia abajo.

22. El método de la reivindicación 21, en el que cada deflector que transfiere masa fundida polimérica a un deflector más cercano situado verticalmente hacia abajo comprende además una o más extensiones de deflector.

23. El método de la reivindicación 22, en el que la una o más extensiones de deflector comprende una pluralidad de salientes similares a varillas que se extienden desde un borde inferior de cada deflector, los salientes transfieren la masa fundida polimérica a un deflector más cercano situado verticalmente hacia abajo.

24. El método de la reivindicación 16, en el que la estructura de apoyo comprende un recinto que incluye un primer par de lados opuestos y un segundo par de lados opuestos, con las dos o más filas dispuestas verticalmente de deflectores dispuestas entre el primer par de lados opuestos y cada deflector de la pluralidad de deflectores dispuesto entre el segundo par de lados opuestos, y en el que el segundo par de lados opuestos incluye una pluralidad de aberturas adaptadas para permitir el escape de vapor liberado desde la masa fundida polimérica.

25. El método de la reivindicación 24, en el que la pluralidad de aberturas adaptadas para permitir el escape de vapor liberado desde la masa fundida polimérica se encuentra junto a huecos entre dos deflectores adyacentes de la pluralidad de deflectores.

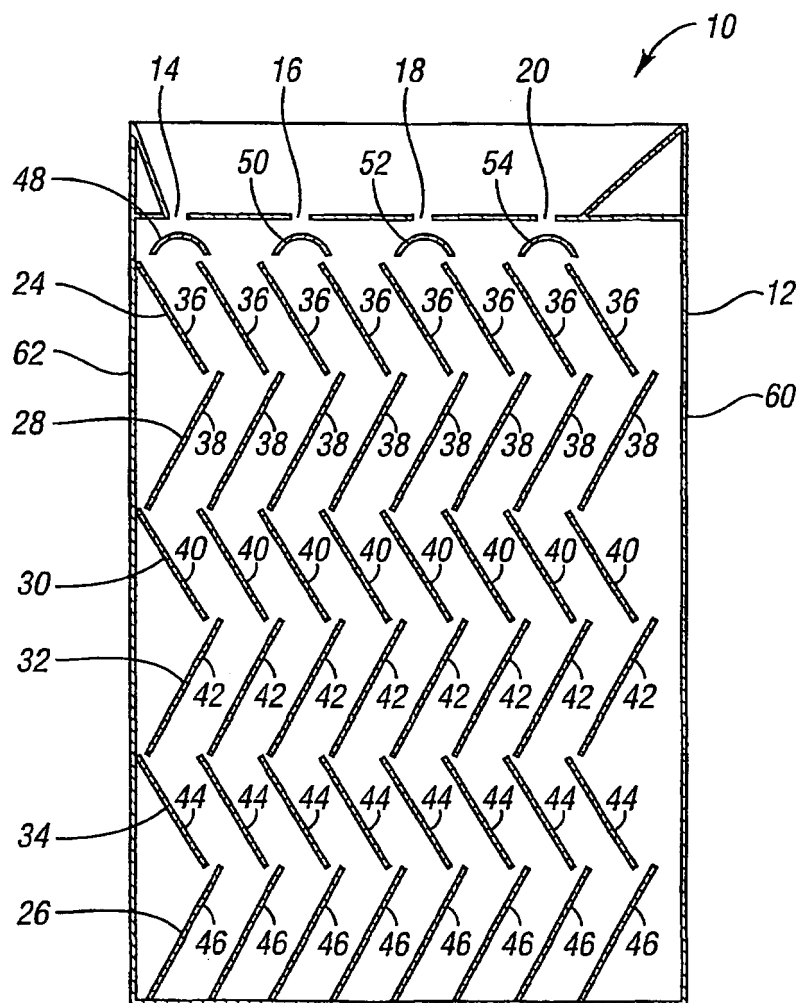
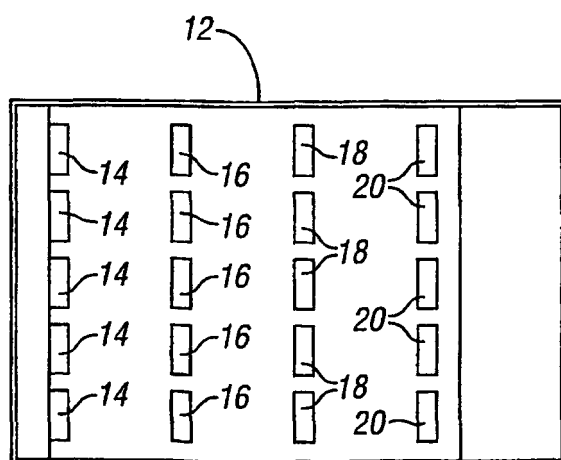


Figura 1



Fibura 1b

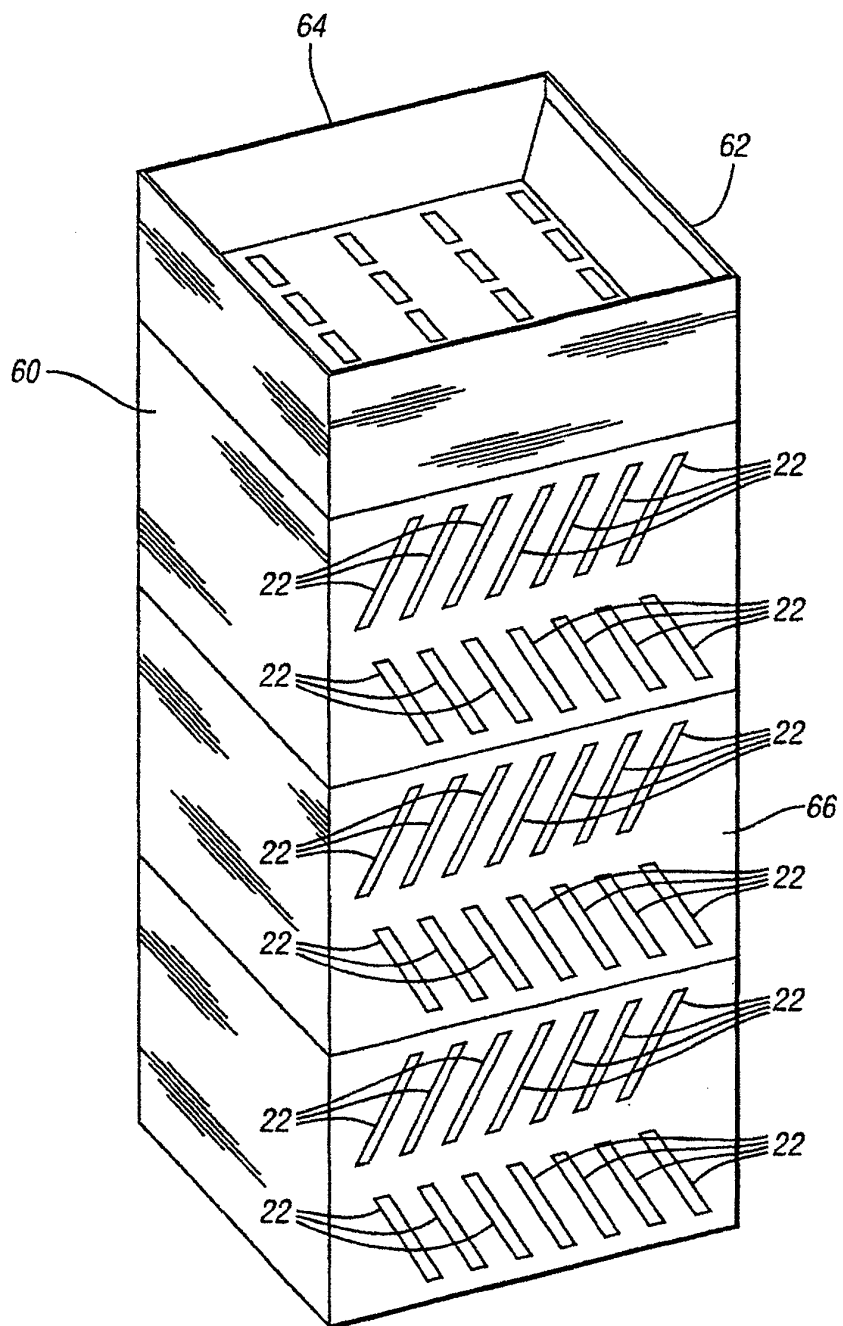


Figura 2a

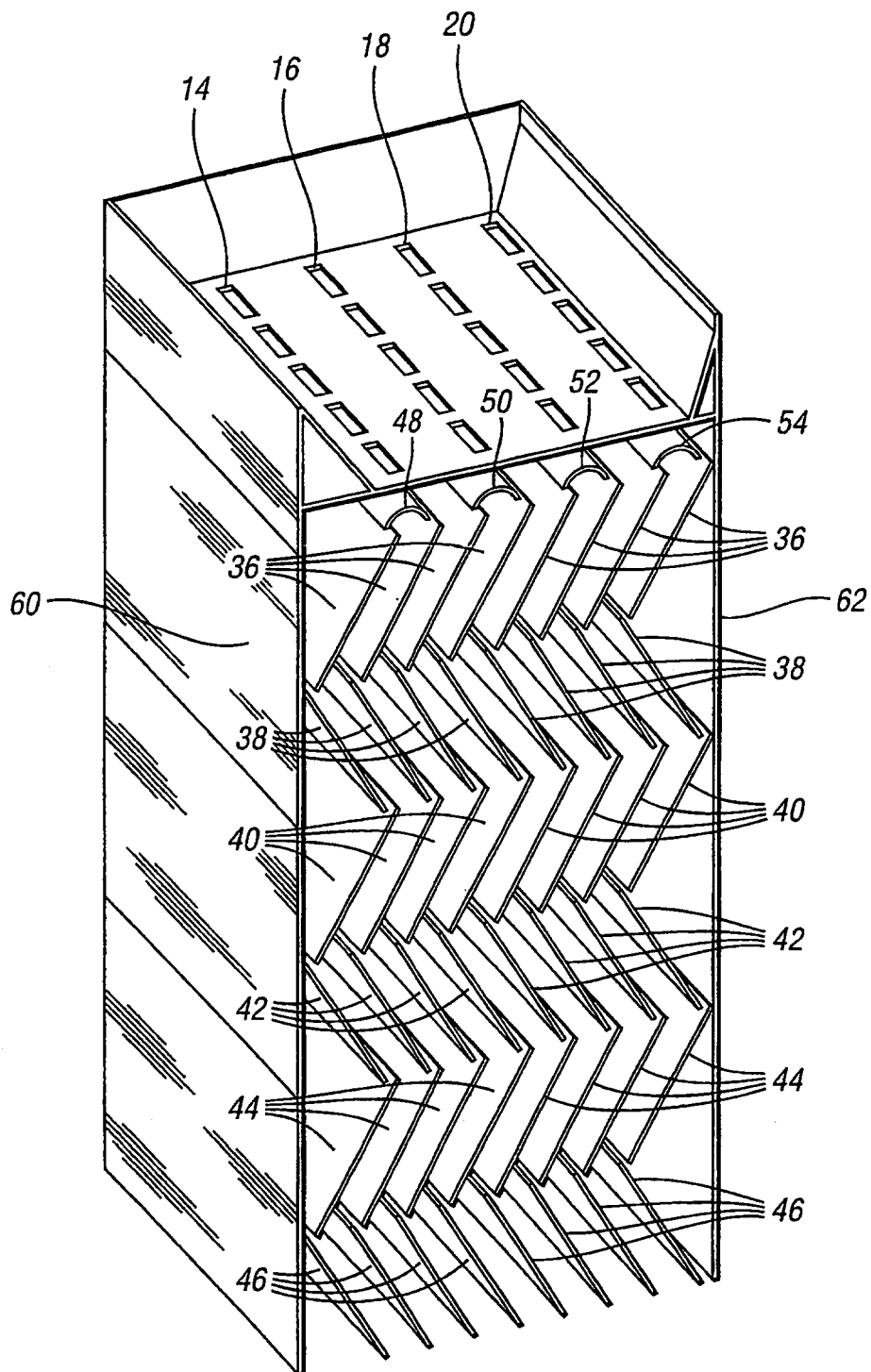


Figura 2b

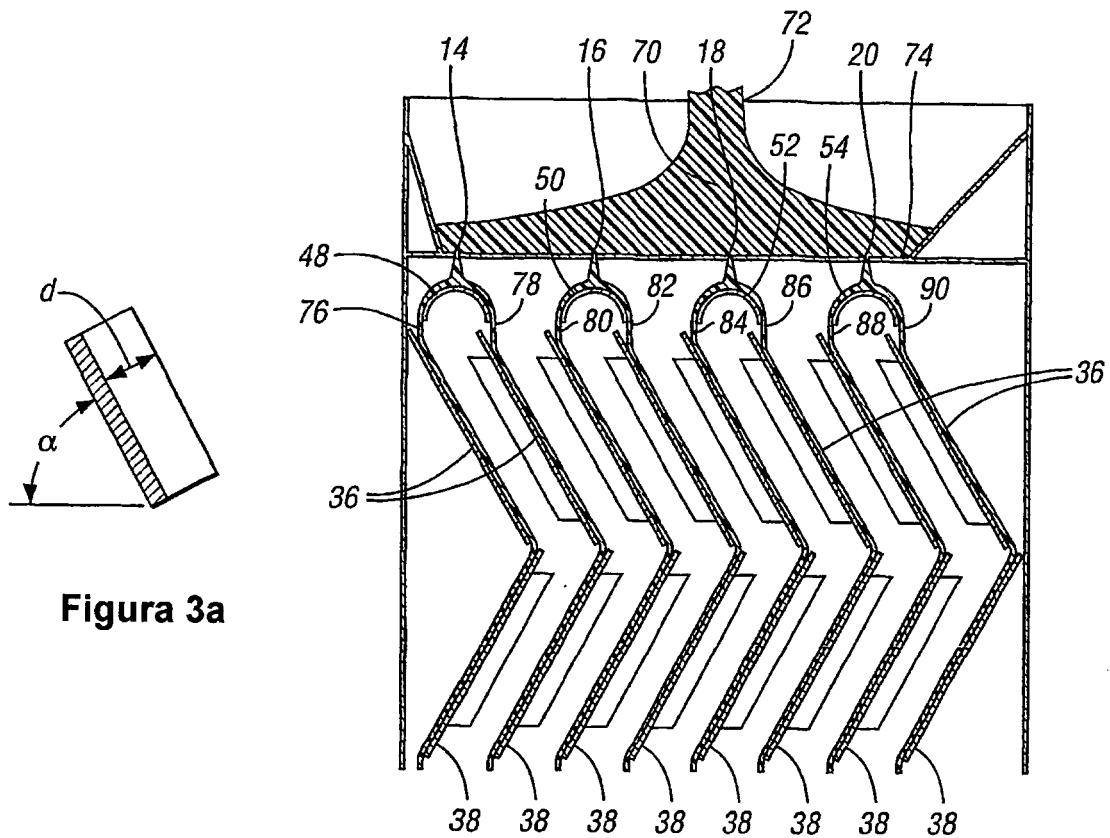


Figura 3a

Figura 3b

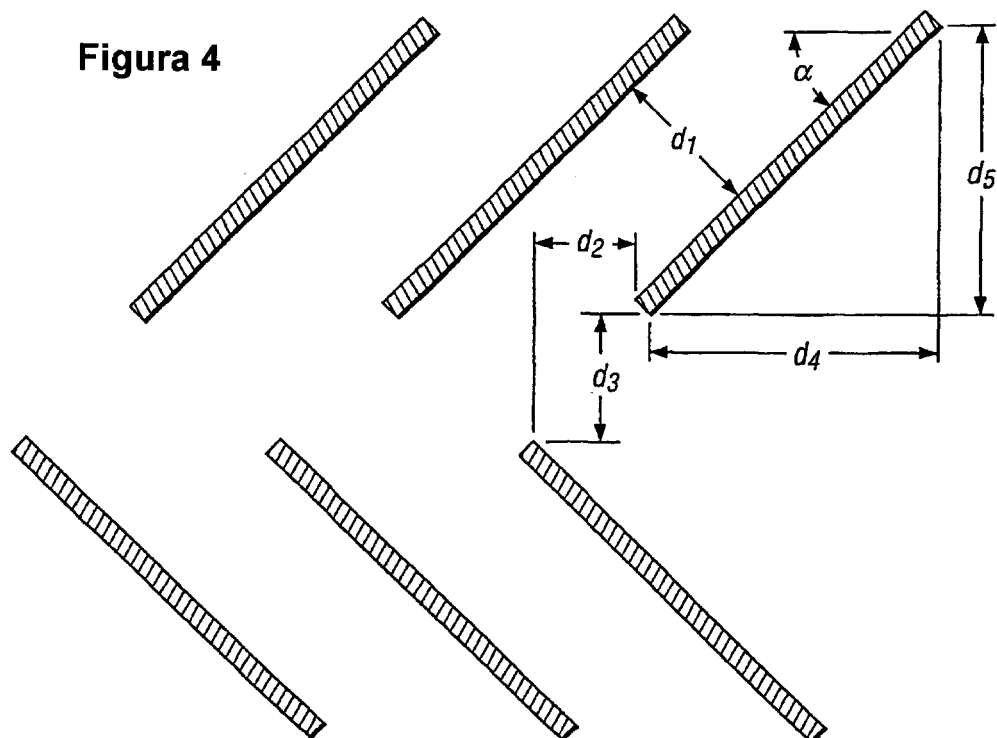


Figura 4

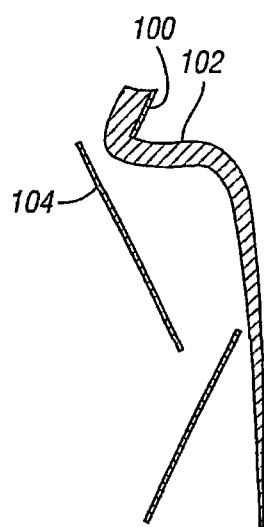


Figura 5a

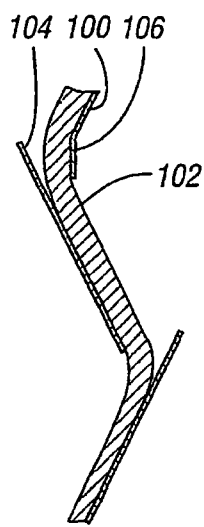


Figura 5b

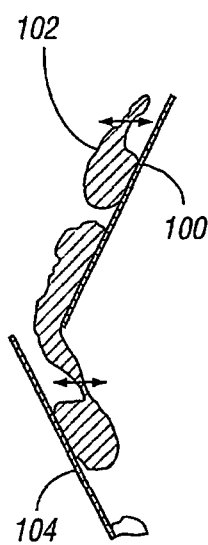


Figura 5c

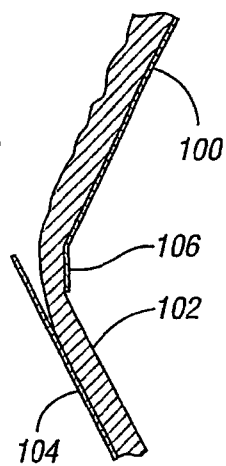


Figura 5d

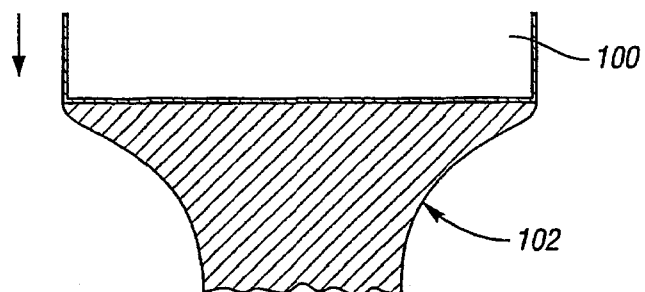


Figura 5e

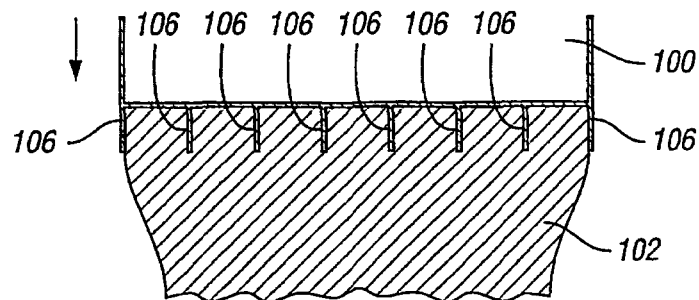


Figura 5f

Figura 6a

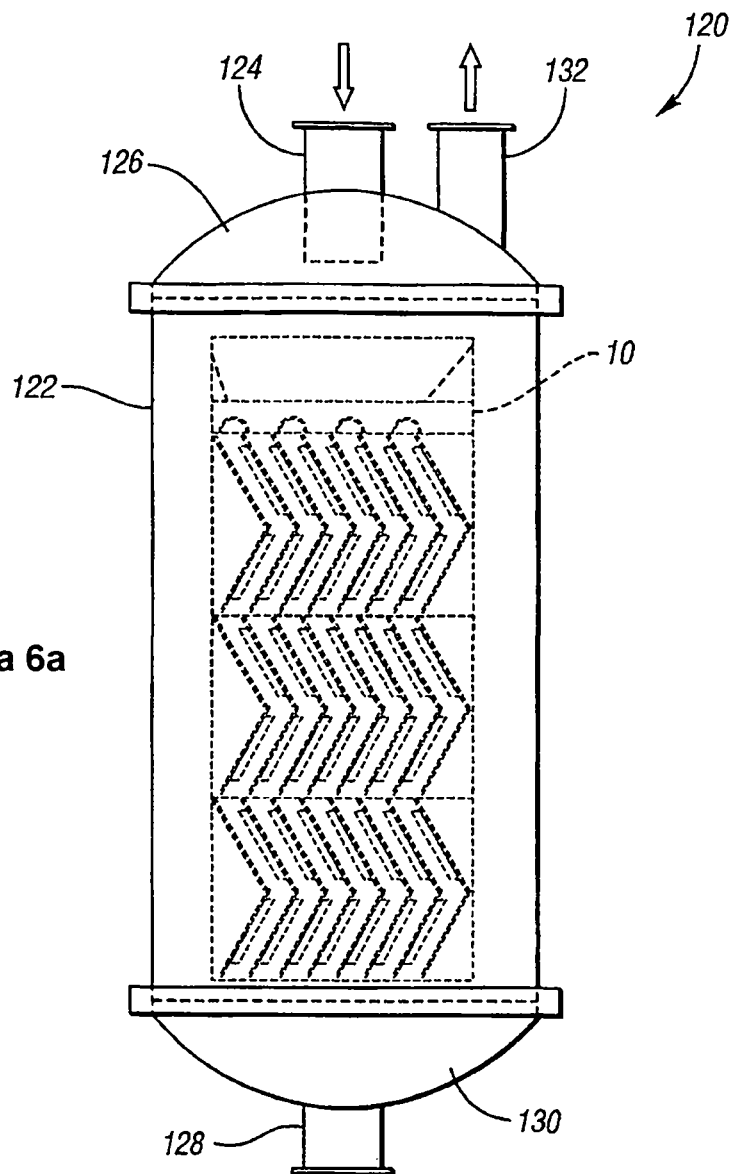


Figura 6b

