

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de separación sólidos/fluidos y el método
Campo de la invención

La presente divulgación se refiere ampliamente a
5 aparatos de separación sólidos/fluidos y métodos para la
separación de diferentes tipos de mezclas de sólidos /
líquidos. Adicionalmente, la presente divulgación se
refiere a rotativas, prensa sinfín mejorada especial,
dispositivos, que pueden ser utilizados para la separación
10 de una gran variedad de mezclas de sólidos/fluidos y lodos
de diferentes densidades, contenido de sólidos y tipos de
sólidos y fluidos o líquidos.

Antecedentes de la invención

Se conocen diversos procesos para el tratamiento de
15 mezclas de sólidos y fluidos mediante la separación de
sólidos/fluido. Generalmente requieren tiempo de residencia
significativo y alta presión y, en ocasiones, alta
temperatura. Equipos de separación sólidos/fluidos
convencionales no son satisfactorio para alcanzar altas
20 velocidades de separación de sólidos/fluidos y sólidos
separados con bajo contenido de líquido.

Procesos como el lavado y posterior concentración de
una suspensión líquida bajo presión requieren equipos de
separación sólidos/líquidos capaces de funcionar bajo
25 presión sin obstrucción. Por ejemplo, un componente clave
de la eficiencia del proceso en el pretratamiento de
biomasa lignocelulósica es la capacidad de lavar y exprimir

azúcares de hemicelulosa hidrolizados, toxinas, inhibidores y otros extractos de la fracción de biomasa sólida/celulosa. Es difícil con equipos convencionales separar efectivamente sólidos de líquidos bajo alta temperatura y presión
5 necesaria para el pretratamiento de celulosa.

Muchos procesos de biomasa a etanol generan una suspensión de fibra húmeda desde la cual compuestos disueltos, gases y líquidos deben ser separados en varias etapas del proceso para aislar una porción fibrosa sólida.
10 La separación sólidos/fluidos se hace generalmente mediante filtración y en operación por lotes, con prensas de filtro, o continuamente a través de prensas rotativas, tales como prensas sinfín.

La separación sólidos/fluidos o sólidos/líquidos
15 también es necesaria en muchos otros procesos comerciales, tales como el procesamiento alimenticio (extracción de aceite), reducción de volumen corriente de residuos en procesos de extracción en húmedo, procesos de deshidratación o eliminación de sólidos en suspensión.

20 Las prensas sinfín disponibles comercialmente se pueden utilizar para eliminar la humedad de una suspensión de sólidos/líquido. La torta de sólidos deslicuificados que se puede lograr con prensas convencionales generalmente contiene solamente 40 a 50% de sólidos, la humedad sobrante
25 es predominantemente agua. El nivel de separación puede ser satisfactorio cuando la etapa de filtración es seguida por otra etapa de dilución o tratamiento, pero no cuando se

desea máxima deshidratación de la mezcla. El bajo contenido insatisfactorio de sólidos se debe a la baja presión máxima relativa que puede manejar una prensa sinfín convencional, que es generalmente no más de unos 100 a 150 psig de presión de separación. Se pueden utilizar dispositivos comerciales sinfín modulares (MSD) en combinación con sinfines drenadores, que pueden funcionar a presiones más altas de hasta 300 psig. Sin embargo, sus desventajas son su coste inherente, complejidad y limitación continuada de torta de filtro de no más de un contenido de 50% de sólidos.

Durante la separación de sólidos/fluidos, la cantidad de líquido restante en la fracción sólida depende de la cantidad de separación de la presión aplicada, el espesor de la torta de sólidos y la porosidad del filtro. La porosidad del filtro es dependiente del número y tamaño de los poros del filtro. Una reducción en la presión, un aumento en el espesor de torta o una reducción en la porosidad del filtro, todo resultará en una reducción en el grado de separación líquidos/sólidos y el grado de secado final de la fracción de sólidos.

Para un espesor de torta de sólidos particular y porosidad de filtro, se alcanza máxima separación con la mayor separación posible de presión. Por otra parte, para un espesor de torta de sólidos particular y separación de presión, la separación máxima depende únicamente el tamaño del poro del filtro.

Altas presiones de separación desafortunadamente requieren de medios de filtro fuerte, que son capaces de soportar la presión de separación dentro de la prensa, haciendo muy costoso el control del difícil proceso de filtrado y el equipo necesario. Medios de filtro en MSD tienen la forma de camisas de presión perforadas. Entre mayores sean las presiones de separación utilizadas, más fuerte (más gruesas) necesita ser el medio del filtro (camisa de presión) con el fin de soportar aquellas presiones. Entre más gruesa sea la camisa presión, más largas son las perforaciones de drenaje, más grande es resistencia al flujo a través de las perforaciones. Por lo tanto, para lograr alcanzar con las camisas de alta presión (camisas gruesas) la misma capacidad de flujo pasante de filtro como con las camisas de baja presión (camisas delgadas), se debe incrementar el número de perforaciones. Sin embargo, aumentar el número de perforaciones debilita la camisa de presión, reduciendo una vez más la capacidad de presión de la unidad de filtro. Otro método para superar la mayor resistencia de flujo con perforaciones más grandes es aumentar el diámetro de las perforaciones. Sin embargo, esto puede limitar la capacidad del filtro para retener sólidos pequeños, o puede llevar a aumentar problemas de obstrucción. Así, el tamaño del poro aceptable del filtro está limitado por el tamaño de las fibras y partículas en la fracción de sólidos. La claridad de la fracción líquida está limitada únicamente por el tamaño de los poros del

medio del filtro y los poros que son demasiado grandes reducen la eficiencia de separación sólidos/fluidos y potencialmente conducen al taponamiento del equipo en la parte posterior.

5 Con el tiempo, los medios de filtración tienden a taponarse con sólidos en suspensión, reduciendo su tasa de producción. Esto es cierto especialmente en las altas presiones requeridas para pre tratamiento de celulosa. De esta manera, se requiere normalmente un flujo de líquido de
10 lavado para eliminar cualquier bloqueo y restaurar la velocidad de producción. Una vez que se tapona el filtro, toma alta presión para lavar el medio. Esto es particularmente problemático cuando se trabaja con medios de filtro que funcionan a presiones por encima de 1.000
15 psig, con un proceso que debe ser continuo para maximizar la velocidad de producción y obtener alta eficiencia en el proceso de pretratamiento de celulosa, por ejemplo.

Extrusor sinfín convencionales individuales, dobles, o triples no tienen el tiempo de residencia necesario para
20 tratamiento previo de baja energía de la biomasa y tampoco tienen dispositivos de separación útiles y eficientes de sólidos/líquidos para el pretratamiento de la biomasa. Las patentes de los Estados Unidos US 3,230,865 y US 7,347,140 revelen prensas sinfín con una cubierta perforada.
25 Presiones de operación de una prensa sinfín son bajas, debido a la baja resistencia de la carcasa perforada. La patente de Estados Unidos US 5,515,776 revela una prensa de

gusano con perforaciones de drenaje en la camisa de la prensa, lo que aumenta en el área de sección transversal en una dirección de flujo del líquido drenado. La patente de Estados Unidos US 7,357,074 se dirige a una prensa sinfín
5 con una carcasa cónica de deshidratación con una pluralidad de perforaciones para el drenaje de agua de sólidos a granel comprimidas en la prensa. De nuevo se utiliza una cubierta perforada o camisa. Como se entenderá fácilmente, cuanto mayor sea el número de perforaciones en la carcasa,
10 menor será la resistencia de presión de la carcasa. Por otra parte, las perforaciones en una carcasa o camisa cubierta se asocian cuando se desean aperturas muy pequeñas para la separación de sólidos finos.

La solicitud de Estados Unidos publicada U.S.
15 2012/0118517 revela un módulo de separación sólidos/fluidos con alta porosidad para el uso en un dispositivo de prensa alta presión interna para separación de sólidos y fluidos a elevadas presiones. El módulo de filtro incluye paquetes de filtro hechos respectivamente de un par de placas que crean
20 un sistema de drenaje. Una placa de filtro con corte a través de ranuras crea canales de flujo para el líquido que se va a retirar una placa de soporte crea un pasaje de drenaje para los líquidos en los canales de flujo. Más aún, la placa de soporte proporciona soporte estructural para
25 contener la presión interna de los sólidos en la prensa durante la acción de apretamiento. El tamaño del poro del filtro se ajusta por el espesor de la placa del filtro o el

ancho de la abertura de las ranuras en la placa del filtro. Sin embargo, la resistencia del material y procesos de fabricación establecen límites prácticos al extremo inferior del espectro de tamaño de poro. Para minimizar el tamaño del poro, el grueso de la placa de filtro y la anchura de la ranura de drenaje deben reducirse al mínimo. Sin embargo, límites prácticos sobre el proceso utilizado para cortar las ranuras en la placa del filtro y el espesor de la placa de soporte, por el canal de flujo, limitan indebidamente el extremo inferior del espectro de tamaño de poro. Entre más delgada sea la placa de filtro, mayor es la oportunidad de distorsión de la placa de filtro durante la instalación o uso. Adicionalmente, utilizando dos diferentes placas aumentan los costes de fabricación y montaje y aumenta el peligro de errores de montaje. Por último, la necesidad de inserción de la placa de soporte en el paquete de filtro para integridad estructural, especialmente resistencia a la presión, del paquete de filtro, limita significativamente la área máxima o filtro de porosidad posible por unidad de longitud del paquete de filtro, ya que las placas de respaldo no contribuyen a la porosidad del filtro. Esto limita significativamente en la capacidad de rendimiento de este tipo de unidad de filtro. Por lo tanto, se desea un dispositivo mejor para la separación sólidos/líquidos

Resumen de la invención

Es un objeto de la presente invención evitar o mitigar al menos una de las desventajas de los procesos y dispositivos de separación sólidos/fluidos anteriores.

Con el fin de mejorar la separación de sólidos/fluidos, la invención proporciona un módulo de separación sólidos/fluidos para separar el líquido de una suspensión de sólidos y fluidos. Preferiblemente, el módulo es para uso en una prensa sinfín utilizada para la compresión de la masa a presiones encima de 100 psig, preferiblemente por encima de 300 psig.

Para lograr la eficiencia máxima la separación sólidos/fluidos, es deseable minimizar el tamaño del poro del filtro, mientras que maximiza la porosidad del filtro y operar a presiones de separación elevada. Minimizar el tamaño de los poros es un desafío en prensas sinfín convencionales debido a la necesidad de cortar pasajes cilíndricos en la cubierta de filtro sólida o ranuras del filtro de corte a través de las placas de filtro. Ahora, estos problemas han sido abordados por los inventores en el módulo de separación de la invención. El módulo de separación incluye una unidad de filtro, en el que la camisa de presión se compone de una pluralidad de placas delgadas de filtro que están axialmente apiladas y se comprimen para el logro de una camisa de presión, o el barril tiene la integridad estructural necesaria para presiones de funcionamiento elevadas. Los poros del filtro se forman al ahuecar simplemente un pasaje de filtro en una

superficie de la placa de filtro. El pasaje de filtro se extiende desde un borde interior de la placa del filtro en el núcleo de apertura a un borde exterior de la placa del filtro en la cámara de recolección y proporciona un pasaje
5 de fluido, que se extiende desde el núcleo de apertura directamente a la cámara de recolección. Esto puede conseguirse mucho más fácilmente con la perforación de agujeros en una camisa de presión o ranuras de filtro de corte a través de una placa de filtro. Por ejemplo, el
10 pasaje de filtro se puede producir al grabar el pasaje en la superficie de la placa de filtro. Al solo ahuecar el pasaje de filtro en una superficie de la placa del filtro, la integridad total de la placa del filtro se afecta mucho menos que en las placas de filtro que tienen ranuras de
15 filtro a través de corte. Esta integridad creciente reduce significativamente las posibilidades de deformación o pandeo de la placa de filtro durante el montaje en un bloque de filtro, o durante el uso. Por otra parte, a pesar de las etapas de filtro se extienden desde el borde
20 interior hasta el borde exterior de la placa de filtro, al formar solo los pasajes de filtro en una superficie de la placa de filtro, la necesidad de cualquier placa de soporte que proporciona soporte estructural se elimina completamente. Utilizando pasajes empotrados también
25 permite la creación de poros de filtro mucho más pequeños al cortar solo pasajes muy angostos y poco profundo. Por ejemplo, al cortar un pasaje de filtro de 0.01 pulgadas de

ancho y profundidad de 0.001 pulgada en la placa del filtro, se puede lograr un tamaño de poro de sólo 0.00001 pulgadas cuadradas (calculado como la profundidad más pequeña de pasaje por el ancho más pequeño de pasaje).

- 5 El módulo de separación sólidos/fluidos de la presente Descripción para separar una mezcla presurizada de sólidos/fluidos incluye una carcasa que define una cámara de recolección de fluido presurizable y una sección de barril que define una abertura del núcleo axial para
10 contener la masa presurizada bajo presión. La sección de barril se monta en la carcasa e incluye un bloque de filtro, que forma por lo menos una porción axial del barril. El bloque de filtro incluye una pluralidad de placas de barril apiladas, cada una tiene por lo menos una cara delantera
15 plana, una cara posterior plana, un borde interno que define la abertura del núcleo y que se extiende desde la cara delantera hasta la cara posterior un borde externo para contacto con la cámara de recolección y que se extiende desde la cara delantera hasta la cara posterior.
- 20 Las placas de barril se apilan en la unidad de filtro para enganche de sellado de las caras delantera y posterior de las placas de barril adyacentes para formar el bloque de filtro y sellar la abertura de núcleo desde la cámara de recolección de fluido. Por lo menos una de las placas de
25 barril se constituye como una placa de filtro que tiene un pasaje de filtro empotrado en la cara delantera, el pasaje de filtro se extiende desde el borde interno hasta el borde

externo para drenar fluido en la mezcla presurizada de sólidos/fluidos desde la abertura del núcleo hasta la cámara de recolección.

En una realización preferida, por lo menos dos placas
5 cilíndricas adyacentes cada una se construyen como una placa de filtro. Preferiblemente, el bloque de filtro forma la sección de barril completa. En otra realización preferida, se construyen placas de barril como placas de filtro. Más preferiblemente, cada placa de barril se
10 construye como en la primera placa de filtro. Más aún, cada placa de filtro incluye preferiblemente más preferiblemente, una pluralidad de los pasajes de filtro.

Cada pasaje de filtro se forma como una cavidad en una de las caras delantera y posterior de la placa de filtro.
15 Aunque los pasajes de filtro se pueden proporcionar en cada cara de la placa de filtro, se prefiere para facilidad de fabricante y ensamble proporcionar pasajes de filtro de la placa del filtro. Más aún, en razón a que la máxima porosidad del bloque de filtro no sólo al incrementar el
20 número de pasajes del filtro sino también al minimizar el espesor de la placa de filtro, proporciona pasajes de filtro en ambos lados de la placa de filtro que puede ser inaceptablemente débil para la integridad estructural de la placa de filtro. Adicionalmente, se puede necesitar las
25 placas de filtro que tienen pasajes en ambas caras que se van a separar mediante placas planas de horneado para evitar el flujo cruzado entre los pasajes de filtro

colocados cara a cara. Esto reduce el número máximo de placas de filtro por unidad de longitud del módulo de separación y hace el ensamble más difícil.

La cavidad de pasaje de filtro se puede producir, por ejemplo, mediante corte láser o grabado de la cara delantera. Un método para crear el pasaje de filtro es grabado con ácido de la cara delantera al utilizar el proceso de fotolitografía bien conocido. La rugosidad de la superficie del pasaje de filtro creada por el grabado de ácido se puede reducir mediante electropulido o al aplicar un recubrimiento antifricción. El pasaje de filtro puede tener la forma de una cavidad o ranura que se extiende en línea recta desde el borde interno hasta el borde externo en una dirección sustancialmente radial con relación a la abertura de núcleo. El pasaje de filtro se puede ampliar desde el borde interno hasta el borde externo.

La separación de líquido de una masa que incluye sólidos fibrosos crea retos particulares para la construcción de filtro, en razón a que las fibras pueden ingresar y alinearse en paralelo en los pasajes de filtro, provocando un taponamiento hermético en el pasaje que no sólo reduce o evita el paso de fluidos, sino que también puede ser muy difícil, sino imposible, retirar mediante lavado. Para superar este problema, el pasaje de filtro también puede incluir una desviación direccional suficiente en cualquier punto a lo largo de su longitud para bloquear cualquier ruta de línea recta a través del pasaje. Esto

puede lograrse, por ejemplo, con una curva con forma de S o con forma de Z en la medida longitudinal del pasaje o al incluir un tenedor u horquilla en el pasaje, por ejemplo, horquillas en forma de T, en forma de I, en forma de Y o en forma de U. Es el propósito de esta desviación direccional para impedir el pasaje de una fibra lineal. Fibras cortas, los que tienen una longitud más corta que el ancho del pasaje de filtro, si puede ser capaz de pasar la desviación, pero es mucho menos probable que se acumulen y bloquee el pasaje. Por otro lado, fibras largas, que tengan una longitud mayor que el ancho del pasaje probablemente se atascarán en la desviación. Dependiendo de la longitud general de las fibras largas, se atascarán en diferentes profundidades y ángulos de la desviación. Esto resulta en una orientación generalmente aleatoria, no en paralelo de las fibras atoradas, similares a un atasco aleatorio de un tronco en una curva cerrada de un río. Esta orientación no paralela evita un taponamiento completo del pasaje en la desviación. Al mismo tiempo, el atasco de fibras puede crear una capa de filtro adicional, ayudando en la retención de sólidos superfinos que normalmente pasarían a través del pasaje de filtro.

El módulo de separación incluye preferiblemente una unidad de filtro con una porosidad, lo que significa la relación de área poro total (suma de la superficie de todos los poros en las placas de filtro) a superficie de filtro total (área definida por el borde interno de todas las

placas de barril en la unidad de filtro) de 5% a 20%. Preferiblemente, el módulo resistente a presiones de operación de 300 psig a 10.000 psig, a una porosidad del filtro de 5 a 20%, más preferiblemente de 11 a 20%. Cada
5 placa de filtro incluye preferiblemente una pluralidad del pasaje de filtro con un tamaño de poro de 0.0005 a 0.00001 pulgadas cuadradas.

En una realización de ejemplo, la unidad de filtro incluye una placa de filtro con pasajes con un tamaño de
10 poro de 0.00001 pulgadas cuadradas para la separación de sólidos finos, una porosidad de 5.7% y una resistencia a la presión de 2.500 psig. En otra realización, la unidad de filtro que incluye poros tienen un tamaño de poro de 0.0005 de pulgadas cuadradas y una porosidad del 20% y una
15 resistencia de presión de 5000 psig. En otra realización de ejemplo, la unidad de filtro incluye poros de un tamaño de poro de 0.00005 pulgadas cuadradas y una porosidad de 11.4%. En otra realización de ejemplo, la unidad de filtro incluye poros que tienen un tamaño de poro de 0.00001 pulgadas
20 cuadradas y una porosidad de 20%.

El tamaño del poro puede controlarse variando el ancho del pasaje del filtro, la profundidad del pasaje de filtro, o ambos. Para mantener la máxima integridad de la placa de filtro, la profundidad del pasaje del filtro se selecciona
25 preferiblemente al ser tan pequeña como sea posible, especialmente para placas de filtro delgadas y el tamaño del poro es preferentemente controlado variando el ancho

del pasaje de filtro. El ancho de los pasajes de filtro puede variar de 0.1 pulgadas a 0.01 pulgadas y la profundidad de los pasajes del filtro puede variar de 0.001 pulgada a 0.005 pulgadas. Los pasajes de filtro en una
5 placa de filtro pueden tener el mismo tamaño de los poros, o pueden tener poros de diferentes tamaños, por ejemplo, dependiendo de la presión esperada durante la operación en el extremo de la abertura del núcleo (extremo interno) de cada pasaje de filtro.

10 En una realización, el módulo de separación se puede montar a, e incorporar en el barril de una prensa de extrusor sinfín y la apertura del núcleo de bloque de filtro tiene un tamaño para recibir de forma ajustada una parte del sin extrusor de la prensa. El sinfín extrusor
15 tiene preferiblemente tolerancias cercanas a la apertura de núcleo del bloque de filtro para raspar continuamente la mezcla comprimida de sólidos/fluidos lejos de la superficie de filtro formada por los bordes internos de las placas de barril, mientras que al mismo tiempo genera una presión de
20 separación significativa en la mezcla. En el caso de que una pequeña cantidad de fibras se atrape sobre la superficie del filtro, cerrar las tolerancias mejorará las oportunidades de las fibras atrapadas de ser cortadas por el elemento extrusor en piezas más pequeñas, pasando
25 finalmente a través del filtro y afuera con la corriente de líquido como partículas muy finas. Esto proporciona un dispositivo de separación de sólidos/fluidos, que permite

la separación de sólidos de porciones de fluido/líquido de una mezcla de sólidos/fluidos en un ambiente de alta presión y temperatura.

En otra realización, el módulo de separación se puede
5 montar al barril de una prensa de extrusor doble sinfín y la abertura de núcleo tiene un tamaño para recibir en forma ajustada una parte de los sinfines extrusores interengranados. En una variante de bloque de filtro para el uso en un barril de un extrusor de doble sinfín, los
10 tamaños de los poros de las placas en el bloque de filtro preferentemente son variados según las variaciones de presión dentro del barril y/o alrededor de los sinfines dobles. Durante la operación de un extrusor doble sinfín, la presión del barril varía la sección transversal del
15 barril. Las presiones son más altas en la vecindad de la zona de interengranaje. De esta manera, las placas de filtro para uso y un extrusor de doble sinfín puede tener pasajes de filtro de tamaño de poro reducido en la proximidad de la zona de Interengranaje. Se puede utilizar
20 el módulo de separación con sinfines dobles de sección cruzada cónica o constante.

En otro aspecto, la cámara de recolección tiene una salida de líquido y una salida de gas por separado para drenar líquidos y gases de la cámara de recolección.

25 En una realización, cada una de las placas de barril tiene un par de lengüetas de montaje opuestas para alineación e interconexión de placas en una configuración

apilada. Cada lengüeta de montaje puede tener una abertura en la forma de un agujero o ranura para recibir un perno de sujeción, para alineación y agarre de la pila de placas de barril en la porción de bloque de filtro del barril.

5 Alternativamente, la abertura para el perno de sujeción se omite y la carcasa incluye rebordes que se proyectan hacia adentro para alinear las lengüetas y evitar la rotación de las placas de barril con a relación la abertura de núcleo, la sujeción de la pila de placas de barril se logra en esa
10 realización mediante un par de placas de extremo sujetadas por pernos externos de las placas de filtro o la carcasa.

Otros aspectos y características de la actual divulgación serán evidentes a aquellos expertos comunes en la técnica luego de la revisión de la siguiente descripción
15 de las realizaciones específicas de ejemplo en conjunto con las figuras acompañantes.

Breve descripción de los dibujos

Para un mejor entendimiento de las realizaciones de ejemplo descritas y para mostrar más claramente cómo se
20 pueden llevar a cabo, se hará ahora referencia, solo por vía de ejemplo, a los dibujos acompañantes que muestran las realizaciones de ejemplo en las que:

La figura 1 es una vista en elevación lateral parcialmente esquemática de un aparato de separación de
25 sólidos/fluidos de ejemplos que incluyen módulos de separación de acuerdo con la invención;

La figura 2 es una vista en sección vertical de un aparato como se muestra en la figura 1, pero que incluye solo un módulo de separación sólido/líquido ilustrado esquemáticamente, por razones de simplicidad;

5 La figura 3 ilustra esquemáticamente una realización de un módulo de separación sólidos/fluidos en vista en explosión;

La figura 4A muestra una ilustración esquemática de una placa de barril y una placa de filtro a la derecha del
10 módulo de separación, y una placa de filtro que tiene múltiples pasajes de filtro que se extiende radialmente;

La figura 4B muestra una ilustración esquemática de una placa de barril y una placa de filtro a la izquierda del módulo de separación, la placa de filtro tiene
15 múltiples pasajes de filtro que se extienden radialmente;

La figura 5 es una vista isométrica de un par de placas de filtro de acuerdo con la figura 4A, que se apilan de delante hacia atrás;

La figura 6 es una vista de sección transversal del
20 par de placas de filtro apiladas de la figura 5, tomadas a lo largo de la línea 6-6;

La figura 7 es una ilustración esquemática de una placa de filtro similar a la de la figura 4A, pero que tiene un mayor número de pasajes de filtro de tamaños de
25 poro comparativamente más pequeños;

La figura 8 muestra una vista en detalle agrandada de la placa de filtro de la figura 7;

La figura 9 muestra una ilustración esquemática de una placa de filtro similar a la de la figura 4A, pero que tiene pasajes de filtro de diferentes tamaños de poro;

La figura 10 muestra una ilustración esquemática de una placa de filtro variable que incluye un desvío
5 direccional en cada pasaje de filtro, la desviación tiene una forma de horquilla en U en el pasaje de filtro adyacente el borde interno de la placa de filtro;

La figura 11 ilustra un alargamiento de la porción
10 etiquetada de la figura 11 en la placa del filtro de la figura 10;

La figura 12 ilustra esquemáticamente una disposición de tipo de atasco de tronco aleatorio de fibras en la desviación de la figura 11; y

15 Las figuras 13A a 13E ilustra esquemáticamente diferentes formas de desviación direccional de ejemplo.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas:

Se apreciará que, por sencillez y claridad de ilustración, cuando se considere apropiado, se pueden
20 repetir numerales de referencia entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos o etapas. Adicionalmente, se establecen numerosos detalles específicos a fin de proporcionar un conocimiento profundo de las realizaciones de ejemplo descritas aquí. Sin embargo,
25 se entenderá por aquellos expertos comunes en la técnica que las realizaciones descritas aquí pueden ser practicadas sin estos detalles específicos. En otros casos, componentes,

procedimientos y métodos bien conocidos no se han descrito en detalle para no ocultar las realizaciones descritas aquí. Adicionalmente, esta descripción no debe ser considerada como limitante del alcance de las realizaciones descritas aquí en ninguna forma, sino por el contrario describe solamente la implementación de varias realizaciones de ejemplo descritas aquí.

La unidad de extrusor de ejemplo ilustrada de la invención incluye un ensamble de sinfín doble con sinfines paralelos o no paralelos con las cuchillas espirales sinfines intercaladas o interengranados por lo menos a lo largo de una parte de la longitud del barril extrusor para definir un espacio cerca entre los sinfines y, los sinfines y el barril. También se pueden utilizar extrusores sinfines con más de dos sinfines extrusores. Se pueden utilizar sinfines cilíndricos o ahusados (cónicos). La separación estrecha crea zonas con aumento de corte. Estas áreas crean zonas de alta presión en el barril que impulsan hacia adelante, una mezcla de sólidos/fluidos mientras la mezcla se amasa y se corta. También se dispone de una unidad especializada de separación de fluidos, que permite que los fluidos se extraigan eficientemente y la mezcla extruida.

Los inventores han desarrollado un dispositivo de separación de sólidos/fluidos para uso con un transportador de prensa sinfín, como un extrusor de doble sinfín, dispositivo que puede manejar elevadas presiones (hasta 20,000 psig) y sorprendentemente es capaz de generar

niveles de sólidos de 50 a 90% más allá de aquel disponible comercialmente o aparatos de laboratorio, cuando se combina con una prensa extrusor de doble sinfín. Adicionalmente, la porción líquida extraída con el dispositivo de separación

5 de la invención contiene pocos sólidos suspendidos, debido al tamaño de poro de dispositivo comparativamente muy pequeño, que proporciona un beneficio adicional. La combinación de una unidad de separación sólidos/fluidos de alta presión con una prensa de extrusor de doble sinfín dio

10 lugar a un dispositivo de separación sólidos/fluidos capaces de desarrollar prácticamente una torta seca, que era completamente inalcanzable anteriormente sin ninguna etapa de secado. Un extrusor de doble sinfín puede utilizarse para procesar la mezcla en una capa delgada a

15 presiones muy superiores a 300 psi mientras que al mismo tiempo permite que se capte líquido y atrape y el agua migre por una ruta fuera de los sólidos y fuera del aparato a través del dispositivo de separación de sólidos/fluidos de esta descripción.

20 Con un dispositivo de acuerdo con la invención incluye un extrusor de doble sinfín que incorpora un módulo de separación de acuerdo con la invención, uno puede aplicar fuerzas/tensiones de corte significativas a una mezcla que contiene fluidos, incluyendo líquidos y sólidos, incluyendo

25 sólidos fibrosos, que aplica fuerzas en una torta delgada dentro de un módulo de separación de sólido/fluidos estructuralmente muy fuerte que tiene una unidad de filtro

de filtración muy fina (fuerza de la unidad de filtración con hasta 20,000 psi con tamaños de poro por debajo de 25 micras a temperaturas de hasta 500° C). Al mismo tiempo permite la liberación de líquido para migrar hacia fuera a través de la unidad de filtro de filtración fina. Por lo tanto, se espera que esta unidad de filtro cuando se utiliza dentro de una prensa de extrusor de doble sinfín proporcione beneficios a cualquier proceso que requiere la separación de sólidos/fluidos en el contenido de sólidos superior al 50%.

Pasando ahora a los dibujos, la figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato 200 de separación de sólidos/fluidos de ejemplo. El aparato incluye un extrusor 210 de doble sinfín con módulos 232, 234, 236 de barril y módulos 214 de separación, cuyo extrusor 210 es impulsado por un motor 226 a través de una unidad 224 intermedia de caja de velocidades, el motor y la caja de velocidades son componentes convencionales.

Una sección representativa vertical a través de una realización de ejemplo simplificada del aparato que se muestra en la figura 1, incluye un único módulo 214 de separación, como se muestra en la figura 2. El aparato 200 de ejemplo incluye ampliamente un barril 216 en secciones que presentan una entrada 218 y una salida 219, con un ensamble 222 de doble sinfín convencional dentro del barril 216. El ensamble 222 se acopla a través de la unidad 224 de caja de velocidades al motor 226. El barril 216, en la

realización de ejemplo simplificada ilustrada aquí, se elabora de hasta dos módulos 228, 230 de barril tubular interconectado de extremo a extremo, y un módulo 214 de separación. Cada módulo de barril está provisto de una

5 camisa 234, 236 externa. El módulo 214 de separación incluye una carcasa 238 externa. Se observará que el primer módulo 228 incluye una entrada 229, mientras que el módulo 214 de separación se une a una boquilla 240. La boquilla incluye una abertura central, cuyo ancho se seleccione para

10 producir la retropresión deseada en el barril 216 y el módulo 214 de separación. La presión en el barril 216 y el módulo 214 de separación también se puede controlar mediante el ajuste entre los sinfines 250, 252 y el barril 216 y la velocidad rotacional del motor 226 (véase figura 1)

15 y, de esta manera, los sinfines 250, 252. Cada unidad de barril también incluye un manguito 242, 244 interno que cubre conjuntamente una abertura 128 de núcleo que recibe el ensamble de sinfín continuo, ahusado. Esta abertura 128 de núcleo tiene en general una forma de "figura ocho" con

20 el fin de acomodar el ensamble 222 de sinfín. Como se ilustra, la abertura 128 de núcleo es más amplia en el extremo posterior del módulo 228 y progresiva y uniformemente se ahúsa hacia el extremo del aparato en la salida 219 del barril 216.

25 El ensamble 222 de sinfín ilustrado incluye primeros y segundo sinfines 250, 252, alargados que están en relación de lado a lado e incluyen respectivamente un eje 254, 256

central alargado, así como cuchillas espirales 258, 260 helicoidales que se extienden hacia afuera. Los sinfines ilustrados, los ejes 254, 256 tienen cada uno una superficie externa que se ahúsa progresiva y uniformemente a través de un primer ángulo cónico desde la entrada 229 hasta la salida 219 próxima. Las cuchillas espirales 258, 260 extienden axialmente la longitud completa de los ejes 252, 254 y proceden desde un extremo posterior adyacente a la entrada 229 en una forma continua a un punto hacia delante en la salida 219. Las cuchillas 258, 260 espirales de los respectivos sinfines 250, 252 se intercalan o interengranan, creando una pluralidad de zonas 278 de amasado de espacio cerrado entre los sinfines 250, 252. El espacio de cuchillas espirales 258, 260 desde la pared de la recepción de abertura 248 que recibe el sinfín pueden seleccionarse para ser similar a la separación respectiva de los sinfines 250, 252 en las zonas de amasado, con el fin de alcanzar un amasado continuo alrededor de los sinfines y crear sólo pasajes 280 limitados para el retroflujo de la mezcla extruida.

Durante la operación, la mezcla de sólidos/fluidos extrudible que se va a separar se pasa por y a través del barril 216 del extrusor. El ensamble 222 de sinfín gira con el fin de girar conjuntamente los sinfines 250, 252 (generalmente en la misma dirección), usualmente a una velocidad de aproximadamente 20 a 1,200 rpm. Las presiones dentro del extrusor normalmente están en un máximo justo

adyacente a la salida 220, y pueden variar desde aproximadamente 100 a unos 20,000 psig, o desde aproximadamente 300 a unos 10,000 psig. En general, entre mayor es la velocidad de rotación de los sinfines, 250, 252, mayor es la presión generada dentro del extrusor. Las temperaturas dentro del extrusor pueden variar de aproximadamente 40 a 500° C. Se crean condiciones de extrusión dentro del dispositivo 200 de tal manera que el producto que surge del barril extrusor normalmente tiene un mayor contenido de sólidos que la mezcla extrudible cargada en el extrusor. Durante el paso de la mezcla extrudible a través del barril 216, el ensamble 222 de sinfín actúa sobre la mezcla para crear, junto con la boquilla 240 más extremas (u otras estructuras de generación de retropresión), la presión deseada para separación. La configuración específica de los sinfines 250, 252 como se describió anteriormente genera condiciones de separación no encontradas hasta ahora con prensas de sinfín convencionales. Es decir, cuando la mezcla extrudible avanza a lo largo de la longitud de los sinfines 250, 252, que giran conjuntamente encuentra continuamente las zonas 278 de amasado que generan presiones localizadas relativamente altas, que sirve para empujar o "bombear" el material hacia adelante. Al mismo tiempo, se amasa la mezcla extrudible dentro de las zonas 278 de amasado cuando giran los sinfines. Se puede permitir el retroflujo de materiales a través de los pasajes 280, o el tamaño de los

pasajes 280 se puede ajustar para que también genere una o más zonas de amasado. El resultado es una mezcla/corte intensa y potencial acción de cocción dentro del barril 216. Adicionalmente, se ha encontrado que una gran variedad de
5 mezclas de sólidos/fluidos de extrusión se pueden separar utilizando el equipo de la invención; simplemente al cambiar la velocidad de rotación del ensamble 222 de sinfín y, según sea necesario las condiciones de temperatura dentro del barril, lo que significa cambiar solamente las
10 características de funcionamiento del aparato. Este grado de flexibilidad y versatilidad no es frecuente en la técnica de la filtración.

La construcción básica de un módulo 214 de separación de la invención se muestra en la figura 3. El módulo de 214
15 separación en el aparato de la figura 2 incluye una carcasa o camisa 220 de presión, que define una cámara 200 de recolección, un barril 248 que define una abertura 128 de núcleo axial, y que incluye una unidad 100 de filtro hecha de una serie de placas 120 de barril apiladas. Por lo menos
20 una de las placas de barril se construye como una placa 160, 180 de filtro. La cámara 200 de recolección, que se define por la camisa de presión o carcasa 220 y las placas 230 y 240 de admisión y salida, son capaces de soportar la presión más alta de cualquier componente y se utiliza para
25 separar los fluidos filtrados en gases y líquidos. El líquido se puede drenar de la cámara de colección 200 a través de un drenaje 221 de líquido, ubicado

preferiblemente en el punto más bajo en la camisa 220 de presión. La camisa 220 de presión incluye adicionalmente una pluralidad de rebordes 223 de alineación que se extiende en paralelo a un eje longitudinal de la camisa en el interior de la camisa, para alineación del barril y/o placas de filtro dentro de la cámara de colección 200, como se discutirá en más detalle adelante. El gas acumulado en la cámara de colección 200 se puede agotar de la cámara de recolección a través de un drenaje 222 de gas, ubicado preferiblemente en el punto más alto en la camisa 220 de presión. La cámara 200 de recolección de alta presión se sella por vía de sellos 250 circulares posicionados entre los extremos 220a, 220b axiales de la camisa 220 de presión y las placas 230, 240 de extremo. Esta capacidad de alta temperatura/alta presión permite el lavado de la mezcla extrudible, por ejemplo, una biomasa, tal como una biomasa lignocelulósica. La mezcla extrudible se puede lavar con fluidos tales como amoníaco, CO₂ y agua que se encuentran normalmente en estado gaseoso en temperaturas de operación de proceso de 50 a 250 °C. El módulo 214 de separación se mantiene unido mediante pernos 225 de ensamble ubicados en el exterior de la camisa 220 de presión para tirar las placas 230, 240 de placas de extremo y sujetar la camisa 220 de presión y los sellos 250 circulares entre ellos. También se pueden utilizar pernos (no mostrados) que sujetan la unidad de filtro adicional para sujetar las placas 120 de barril y las placas 160, 180, de filtro que

se encuentran en la carcasa 220, cuyos pernos de sujeción se extienden a través de los agujeros 231, 241 en las placas 230, 240 de extremo respectivamente y proporcionan sujeción adicional del módulo 200 de separación. Con el fin
5 de minimizar el número de puntos de penetración en el módulo 200 de separación, que se necesita sellar confiablemente para mantener una presión en la cámara 200 de recolección, se pueden omitir los pernos de sujeción de la unidad de filtro y todo el agarre de las piezas del
10 módulo 200 de separación alcanzadas mediante las estructuras de sujeción externas, tal como pernos 225 de ensamble, situado fuera de la camisa 220 de presión. Dependiendo de las presiones utilizadas, se pueden separar algunos gases directo a la cámara 200 de recolección o se
15 puede utilizar un recipiente de vaporización instantánea para optimizar la eficiencia global del proceso.

La unidad 100 de filtro en la realización de ejemplo ilustrada incluye varias pilas de placas ensambladas desde las placas 120 de barril y las placas 160, 180, de filtro
20 que se discutirá adelante en más detalle. La unidad de filtro puede incluir placas 120 de barril alternantes que tienen superficies delanteras y posteriores planas y placas 160, 180 de filtro que tienen pasajes de filtrado (véase figuras 4 a 13) en la superficie delantera. La unidad de
25 filtro también puede incluir uno o más pares de placas 160, 180 de filtro apiladas directamente una detrás de la otra. En una realización preferida, las placas de barril en la

unidad de filtro se construyen como placas 160, 180 de filtro de tal manera que las placas 160, 180 de filtro apiladas llenan completamente el espacio entre las placas 230, 240 de extremo, con el fin de maximizar la porosidad y la capacidad de filtración en la unidad de filtro. El filtro y las placas (160, 180 y 120) de barril, así como también las placas 230, 240 de extremo todas definen el barril 248 y tienen la abertura 128 núcleo pasante para recibir la mezcla extrudible (no mostrada). La abertura 128 de núcleo se sella desde la cámara de colección 200 por las placas 120, 160, 180 sujetadas. La abertura 128 de núcleo es idéntica en tamaño y forma al ensamble sinfín que recibe el barril 248 mostrado en la figura 2. El módulo 214 de separación reemplaza una sección del barril 216 y las placas 120 de barril y/o placas 160, 180 de filtro apiladas forman un bloque de filtro sólido, cuando se sujetan entre las placas 230, 240 de extremo, cuyo bloque de filtro hace parte del barril. Para máxima porosidad, la unidad de filtro incluye preferiblemente sólo placas de barril construidas como placas 160, 180 de filtro, cuyas placas de filtro se disponen detrás de la placa 230 de cubierta en una pila de placas de filtro, con lo cual la cara 163 posterior cada placa 160, 180 filtro funciona como una cubierta para la cara 161 delantera de la placa 160, 180 de filtro apiladas respectivamente detrás. Al utilizar sólo placas 160, 180 de filtro sin placas 120 de barril planas

intermedias, se puede maximizar la capacidad de filtro de la unidad 100 de filtro.

En una prueba continua, que utiliza un extrusor de sinfín dual de una pulgada y un módulo de separación que
5 incluye tres pilas de placas de una pulgada de longitud, cada uno incluye 200 placas 160, 180 de filtro apiladas de 0.005 pulgadas de espesor y un área abierto total de 0.864 pulgadas cuadradas, se alcanzó un contenido de materia seca de 72% en presiones de barril de aproximadamente 600 psig.
10 Sobre una base continua, 100 g de biomasa (mazorcas de maíz, madera de álamo) que contiene 40 g de sólidos y 60 g de agua se exprimen hacia fuera en el módulo 100 de separación utilizando una fuerza interna de 600 psig a una temperatura de 100 °C para obtener una descarga de biomasa seca
15 (porción de sólidos de la biomasa líquidos/sólidos) que contiene 39 g de sólidos suspendidos y 15 g de agua. El filtrado obtenido contiene aproximadamente 95 g de agua. El filtrado fue relativamente limpio, solo contiene una pequeña cantidad (aproximadamente 1 g) de sólidos
20 suspendidos con un diámetro de partícula medio igual al tamaño del poro del pasaje de filtro.

La figura 4 ilustra esquemáticamente una placa 120 de barril que tiene una sección media circular 122 unida a una primera lengüeta 124 de soporte y una lengüeta 126 de
25 soporte. La sección 122 media circular tiene abertura 128 de núcleo en forma de figura de ocho para recibir de forma ajustada los sinfines de prensa de una prensa de extrusor

sinfín doble. La placa 120 de barril tiene una cara 121 delantera y una cara 123 posterior, un borde 125 interno que se extiende entre las caras 121, 123 delanteras y posteriores y que definen la abertura 128 de núcleo y un
5 borde 127 externo en contacto con la cámara 200 de recolección. Cuando las múltiples placas 120 de barril se apilan y se sujetan para sellar el enganche de las caras 121, 123 delanteras y posteriores de las placas 120 adyacentes, las secciones 122 medias circulares forman una
10 sección de barril.

Uno o más de las placas 120 de barril se pueden modificar para formar una placa 160 de filtro a la derecha como se ilustra en la figura 4A o una placa 180 de filtro ala izquierda como se ilustra en la figura 4B. La
15 construcción básica de las placas 160, 180 de filtro es igual que aquella que la placa de barril, la placa 120 de barril y las placas 160, 180 de filtro tienen una sección 162 media circular unida a una primera lengüeta 164 de soporte y una segunda lengüeta 166 de soporte. La sección
20 162 media circular tiene la abertura 128 de núcleo en forma de figura de ocho para recibir en forma ajustada los sinfines de prensa de una prensa de sinfín doble. La placa 120 de barril y las placas 160, 180 de filtro tienen una cara 161 delantera y una cara 163 posterior, y un borde 165
25 interno que se extiende entre las caras 161, 163 delanteras y posteriores y que definen la abertura 128 de núcleo y un borde 167 externo en contacto con la cámara 200 de

recolección. Sin embargo, en las placas 160, 180 de filtro, la cara 161 delantera incluye por lo menos un pasaje 130 de filtro. En la realización ilustrada en las figuras 4A y 4B, la abertura 128 de núcleo está rodeado en la cara 161

5 delantera por una pluralidad de pasajes 130 de filtro. La característica estructural que permite a las placas 160 de filtro ser utilizada en una orientación a la derecha y a las placas 180 de filtro ser utilizada en una orientación a la izquierda es la orientación de las lengüetas 164, 166 de

10 montaje. Cuando se ve desde la superficie 161 delantera, las lengüetas 164, 166 de montaje se extienden en un ángulo de 45 grados con relación al eje transversal de la abertura 128 de núcleo. La orientación de las lengüetas 164, 166 de montaje en las placas 160 de filtro a la derecha es por lo

15 tanto 90 grados cambiada desde una de las lengüetas de montaje 164, 166 en las placas 180 de filtro a la izquierda. Por supuesto, la placa 120 de barril incluye las mismas características funcionales principales que las placas 160, 180 de filtro, las lengüetas 124, 126 de montaje de la

20 placa 120 de barril que se extienden en ángulo de 45 grados con relación al eje transversal de la abertura 128 de núcleo. Sin embargo, en razón a que las superficies 161, 163 delanteras y posteriores de la placa 120 de barril son idénticas, la placa 120 de barril puede ser doblada y

25 utilizada en cualquier orientación derecha o izquierda.

La construcción detallada de las placas 160, 180 de filtro se discutirá ahora en relación con la placa 160 de

filtro a la derecha mostrada en la figura 4A, las características estructurales de la placa 180 de filtro a la izquierda en la figura 4B es idéntica, salvo por la orientación de las lengüetas 164, 166 de montaje. La placa

5 160 de filtro de la figura 4A incluye una serie de pasajes 130 de filtro áspero para facilidad de ilustración. Una placa 160 de filtro preferida: con un número mucho mayor de pasajes 130 de filtro más finos se discutirá adelante con referencia a las figuras 7 y 8. Para lograr la eficiencia

10 máxima de separación sólidos/fluidos, es deseable minimizar el tamaño del poro de filtro, mientras que maximiza la porosidad de filtro. Minimizar el tamaño de los poros es un desafío en prensas sinfín convencionales debido a la necesidad de cortar conductos cilíndricos en la cubierta de

15 filtro. Este problema se supera de acuerdo con una unidad de filtro en la invención, en el que se forman poros de filtro al cortar simplemente una cavidad 132 en la cara 161 delantera de una placa 160 de filtro delgada para formar un pasaje 130 de filtro. La cavidad 132 se corta a una

20 profundidad, que es sólo una fracción del ancho de la placa de filtro, para preservar la integridad estructural de la placa y evitar la deformación o pandeo de la placa durante la instalación u operación. Preferiblemente, la cavidad 132 tiene una profundidad, que es a lo más $1/3$ del espesor de

25 la placa, más preferiblemente $1/5$ del espesor de la placa, más preferiblemente a lo sumo $1/10$ del espesor de la placa. Se pueden alcanzar poros de filtro muy pequeños con placas

160 de filtro de acuerdo con la invención al utilizar
placas de filtro muy delgadas y cavidades 132 muy poco
profundas como se muestra en las figuras 4 y 5. Por ejemplo,
al cortar cavidades de filtro o ranura de 0.05 pulgadas de
5 ancho y 0.001 pulgada de profundidad en la placa del filtro,
se logra un tamaño de poro de sólo 0.00005 pulgadas
cuadradas. Para filtrar aún más fino, se pueden utilizar
cavidades de filtro de 0.01 pulgadas de ancho. En la tabla
1 se enumeran combinaciones de espesor de placa/profundidad
10 de cacidad/ancho de cavidad de filtro de ejemplo.

TABLA I

EJEMPLO	Espesor de la placa (pulgadas)	Profundidad de la cavidad (pulgadas)	Ancho de la cavidad (pulgadas)
1	0.005	0.001	0.010
2	0.020	0.001	0.040
3	0.020	0.005	0.040

Corte de la cavidad 132 en la cara 161 delantera de la
placa 160 de filtro puede lograrse mediante cualquier
proceso convencional, como corte o grabado, por ejemplo,
15 corte láser o grabado con ácido. En una realización, la
placa 160 de filtro es acero inoxidable 316 y la cavidad
132 se corta por grabado con ácido. Se puede utilizar un
proceso de fotolitografía convencional definir en la cara
161 delantera el patrón de cavidad que se va a cortar. Cada
20 placa 160 de filtro incluye uno o más pasajes 130 de

filtros que se extienden desde el borde 165 interno hasta el borde 167 externo para proporcionar un pasaje de drenaje fluido desde la abertura 128 de núcleo hasta la cámara 200 de recolección, cuando la placa 160 del filtro se sujeta
5 con placas 120 barril u otras placas 160,180 de filtro en el bloque de filtro de la unidad 100 de filtro. Como se muestra en las figuras, cada placa 160 de filtro incluye preferiblemente una pluralidad de pasajes 130 de filtro, preferiblemente el número máximo de pasajes 130 de filtro
10 que se pueden disponer en la cara 161 delantera con un proceso de fotograbado sin exceso de tolerancias en el tamaño del poro provocada por erosión interna del ácido bajo la foto laca desde una cavidad a la otra, especialmente en el borde 165 interno.

15 La superficie producida utilizando un proceso de grabado con ácido o corte láser generalmente no es uniforme. Esto resulta en que el pasaje de filtro tiene una base de rugosidad de superficie significativa, que puede interferir con el flujo de fluidos a través del pasaje y puede
20 aumentar la propensión de las partículas suspendidas o fibras en el filtrado para que lleguen a ser atrapadas en el pasaje, conduciendo posiblemente a un bloqueo completo. para contrarrestar este efecto, se puede aplicar un recubrimiento antifricción al pasaje de filtro que reducirá
25 la potencia de las partículas en la decantación del filtrado en el pasaje. El recubrimiento antifricción se puede pulverizar en el pasaje utilizando un proceso de

impresión de chorro de tinta o la superficie completa de la placa de filtro se puede sobrepulverizar con el recubrimiento y posteriormente pulido para retirar cualquier recubrimiento fuera del pasaje de filtro.

5 Dependiendo del tipo de recubrimiento utilizado, se puede omitir la etapa de pulido. El pasaje de filtro también puede ser electropulido en lugar de, o además de, la aplicación del recubrimiento antifricción. Si los recubrimientos de electropulido y antifricción se utilizan
10 en combinación, los pasajes de filtro se pulen antes de aplicación del recubrimiento seguido. Los procesos de fotolitografía electropulido aplicable para el corte de las cavidades 132 que forman los pasajes 130 de filtro son bien conocidos y no se necesitan describir en detalle aquí.

15 Cada placa 160 de filtro a la derecha se apila con su cara 161 delantera contra una placa 120 de barril, la cara 163 posterior de una placa 160 de filtro similar, o la cara 163 posterior de una placa 180 de filtro, como se muestra en la figura 3. Es evidente de la figura 3 que las placas
20 de filtro se instalan como placas 160 a la derecha o placas 180 a la izquierda en la unidad 100 de filtro. La orientación de las placas de filtro como placas de filtro izquierda y derecha se utiliza por lo tanto para crear un eje de 90 grados en el patrón de soporte de las placas y
25 proporciona unos medios para que los líquidos drenen hasta el fondo de la cámara 200 de recolección y los gases fluyan hasta la parte superior de la cámara de recolección si la

masa particular filtrada por la unidad 100 de filtro requiere una separación de líquido/gas. El número de placas 160 derechas consecutivas (o por el contrario placas de 180 izquierdas) con o sin placas 120 de barril intermedias es
5 ventajosamente igual a por lo menos 0.25" pero puede tener a lo sumo 1" de espesor dependiendo del número general de placas en el módulo.

Como se puede ver en la figura 3, las lengüetas 124, 126 de montaje de barril y las lengüetas 164, 166 de placa
10 de filtro todas tienen una forma que son recibidas adecuadamente entre pares de rebordes 223 de alineación montados sobre una pared interna de la camisa 220 de presión.

Las figuras 6 y 7 ilustran el paquete más básico del
15 filtro de acuerdo con la invención hechas solo de placas 160 de filtro. Un par de placas 160 de filtro se apilan una detrás de otra con la cara 161 delantera de una placa 160 de filtro que engancha la cara 163 posterior de la otra placa de filtro. Los fluidos (líquido y/o gas) atrapados en
20 la mezcla de sólidos/fluidos extrudida (no ilustrado) cargada a través de la abertura 128 de núcleo es obligada por la actual presión de separación a fluir (véase flechas) en el borde 165 interno en los pasajes 130 de filtro formados por las cavidades 132 de las caras 161 delanteras.
25 En el borde 167 externo, el fluido sale del pasaje de 130 de filtro a la cámara de recolección (véase figura 3). Como tal, la placa de filtro 160 puede filtrar líquido y

partículas muy pequeñas que viajan a través de los pasajes 132 de filtro en una dirección transversal al flujo de la mezcla extrudida a través de la abertura 128 de núcleo con forma de figura ocho. Con el fin de permitir el drenaje desde los extremos externos del pasaje 130 de filtro que terminan en una de las lengüetas 164, 166, de montaje se corta una cavidad 134 arqueada en la cara 161 delantera a través de la base de la lengüeta de montaje, cuya cavidad 134 se puede cortar en la misma forma y a la misma profundidad que el pasaje 130 de filtro, pero puede tener un ancho significativamente mayor.

En general, con la mayor capacidad de presión, se puede exprimir más líquido de la mezcla extrudible o, para el mismo secado de material, se puede alcanzar una mayor velocidad de producción por unidad de área de filtración. La calidad de filtración (captura de sólidos) se puede controlar dependiendo del espesor configuraciones de placa. Se puede optimizar la filtración /velocidad de presión/coste de capital dependiendo de los requerimientos de filtración de la biomasa en particular. Se pueden instalar configuraciones de placa en un extrusor (sinfín, sencillo, doble o triple) para desarrollar alta presión, alto rendimiento, separación continua. El módulo de separación de sólidos/fluidos es algo de auto limpieza (para sinfines dobles y triples) debido a la naturaleza de limpieza de los sinfines y al patrón de flujo axial cruzado. El área de filtración es flexible dependiendo de los

requerimientos de proceso como la longitud del paquete de la placa puede ser fácilmente personalizada para las necesidades particulares. El módulo se puede utilizar para lavar sólidos en una configuración co-corriente o contracorriente en una o varias etapas en una máquina reduciendo el coste de capital y los requerimientos de energía. La presión del filtrado líquido se puede controlar desde condiciones de vacío hasta incluso mayores que la presión interna de bloque de filtro (2.000 a 3.000 psig) si se requiere. Esto proporciona mayor flexibilidad proceso para separaciones adicionales de la corriente de líquido (por ejemplo líquido amoníaco a alta presión bajo CO₂ supercrítico utilizado para lavar bajo alta presión, o liberación de los gases de amoníaco y compuestos orgánicos volátiles en la cámara de recolección utilizando bacilo). Se puede utilizar la alta capacidad de retropresión (mayor que la presión de bloque de filtro interno) puede utilizarse para lavado contracorriente del filtro durante la operación en caso de taponamiento o formación de costras del filtro, minimizando por lo tanto el tiempo de inactividad.

Debido a la resistencia a la presión y porosidad elevadas del módulo de separación de acuerdo con la invención, es posible un contenido de materia seca en la descarga de la porción seca de hasta un 90%, aunque al mismo tiempo se alcanza una porción de líquido relativamente limpio, al pequeño tamaño de poro, con

sólidos en suspensión tan bajos como el 1%. Se entenderá fácilmente que el módulo de separación de sólidos/fluidos de acuerdo con la invención se puede utilizar en muchas aplicaciones diferentes para separar las porciones de
5 sólidos/fluido de un material.

En una realización de ejemplo, la unidad 100 de filtro incluye poros de filtro que tienen un tamaño de poro de 0.00005 pulgadas cuadradas para la separación de sólidos finos, una porosidad de 5.7% y una resistencia a la presión
10 de 2.500 psig. En otra realización de ejemplo, la unidad 100 de filtro incluye poros de filtro que tienen un tamaño de poro de 0.005 pulgadas cuadradas y una porosidad de 20% y una resistencia a la presión de 5.000 psig. En otra realización de ejemplo, la unidad 100 de filtro incluye
15 poros de filtro que tienen un tamaño de poro de 0.00005 pulgadas cuadradas y una porosidad de 11.4%. En todavía otra realización de ejemplo, la unidad 100 de filtro incluye filtro poros de filtro que tienen un tamaño de poro de 0.005 pulgadas cuadradas y una porosidad del 20%.

20 Porosidad de filtro

El tamaño de los poros del filtro es la profundidad de la cavidad de filtro X el ancho de la ranura en la abertura. En la placa de filtro de la figura 4, el tamaño del poro es 0.001" (profundidad de la cavidad) x 0.010" (ancho de la
25 ranura en la abertura) = 0.00001 pulgadas cuadradas por poro. Hay 144 poros por placa para un área de poro total de = 0.00144 pulgadas cuadradas de área abierta por placa.

En una configuración experimental que utiliza un extrusor sinfín doble de 1 pulgada de diámetro, pequeño, 600 de estas placas 160,180 de filtro fueron apiladas exclusivamente una con la otro. Cada placa tenía 0.0050" de
5 espesor, que resulta en un área abierta total del filtro de 0.864 pulgadas cuadradas. En esta porosidad, la pila de placas experimentales es capaz de soportar una presión de separación de 2.500 psig. Un paquete de placas 160 de 1" de espesor incluye 200 placas de filtro, cada una tiene un
10 área abierta de 0.00144 pulgadas cuadradas, que resulta en un total de 0.288 pulgadas cuadradas de área abierto para el paquete. Que equivale a más de un 1/4" de diámetro tubo, todo se puede alcanzar dentro de una distancia de sólo 1 pulgada de la longitud del extrusor en el extrusor de
15 pequeño de diámetro de 1" utilizada para la configuración experimental. Se alternan para uso pilas de 200 placas 160 de filtro derecha y placas 180 de filtro izquierdo.

Se puede incrementar la porosidad al reducir el espesor de las placas de filtro, o de las placas del barril,
20 si se utiliza cualquier placa de barril. Reducir el espesor de la placa al 50% doblará la porosidad de la unidad de filtro. Sin embargo, la resistencia de la unidad de filtro se reducirá siempre que se reduzca el espesor de la placa. Esto se puede contrarrestar al aumentar el diámetro general
25 de la sección media circular de las placas, haciendo ligeramente más larga la ruta de flujo de líquido, pero manteniendo el área abierta igual.

La figura 7 ilustra esquemáticamente una placa 160 filtro similar a aquella de la figura 4, pero que tiene un número mucho mayor de pasajes de filtro de tamaño de poro más pequeño. Como se puede ver a partir de la vista
5 detallada agrandada de la figura 8, los pasajes 130 de filtro aumentan ligeramente el ancho desde el borde 165 interno hasta el borde 167 externo. Las figuras 7 y 8 ilustran una realización de la placa de filtro, en el que las cavidades de filtro tienen una profundidad de 0.001 y
10 un ancho de 0.01 pulgadas en el borde 165 interno y 0.02 pulgadas en el borde 167 externo. El número general de pasajes de filtro 130 es 144 para esta placa de ejemplo.

En una placa de filtro variable como se muestra en la figura 9, los pasajes de filtro adyacentes a la
15 intercalación o área de interengranaje de los sinfines extrusores se disponen más apretadamente y tienen un tamaño de poro más pequeño, de acuerdo con presiones de barril elevadas esperadas en esta región.

El uso de placas 160, 180 de filtro para la fabricación
20 del módulo de filtro permite la producción a bajo costo del filtro, en razón a que se pueden utilizar los métodos de fabricación de bajo coste para la fabricación de placas de filtro. Las cavidades 132 de filtro en las placas 160, 180 de filtro se pueden cortar con láser o grabar. El tipo de
25 material utilizado para la fabricación de la unidad de filtro se puede adaptar a diferentes condiciones de proceso. Por ejemplo, se pueden utilizar en materiales de

aplicaciones de bajo pH/corrosivos como aleaciones de titanio, ricas en níquel y molibdeno.

Cada pasaje 130 de filtro se forma como una cavidad 132 en una de las caras 161,163 delantera y posterior de las placas 160, 180 de filtro. Aunque los pasajes 130 de filtro se pueden proporcionar en cada cara de la placa 160 de filtro, se prefiere para facilidad de fabricación y ensamble proporcionar pasajes 130 de filtro en sólo una cara de la placa de filtro. Más aún, en razón de que se alcanza la máxima porosidad del bloque de filtro no solo al aumentar el número de pasajes 130 de filtro sino también al minimizar el espesor de la placa de filtro, proporcionando pasajes 130 de filtro en ambos lados 161, 163 de la placa 160, 180 de filtro puede debilitar en inaceptable la integridad estructural de la placa de filtro. Adicionalmente, las placas 160, 180 de filtro que tienen pasajes de filtro en ambas caras (no ilustrado) necesitarán separarse mediante placas 120 de barril planas que funcionan como placas de respaldo para evitar flujo transversal entre cualquier pasaje 130 de filtro colocado cada a cara. Esto reduce el número máximo de placas 160, 180 de filtro por unidad de longitud del módulo 214 de separación y hace el ensamble más difícil. También se puede evitar el flujo cruzado entre pasajes de filtro en placas de filtro de doble lado que se enfrentan mutuamente si los pasajes 130 de filtro se disponen en un patrón simétrico en cada lado de la placa de filtro de tal manera que cada

pasaje 130 de filtro en una de un par de placas de filtro que se enfrentan mutuamente se alinean y sobreponen completamente un pasaje 130 de filtro en el otro del par de placas de filtro que se enfrentan mutuamente. Este patrón
5 simétrico se alcanza al colocar los pasajes 130 de filtro en una disposición de espejo en cada lado del plano vertical de simetría 129 de la abertura del núcleo, como se muestra, por ejemplo, en la figura 10. Aunque la necesidad de placas 120 de barril planas interpuestas (no mostradas
10 en la figura 10) se obvia con este diseño y se facilita el ensamble, es una desventaja de este diseño que los pasajes de filtro resultantes de las placas de filtro que se enfrentan mutuamente tengan doble tamaño de poro, reduciendo por lo tanto la capacidad de retención del
15 módulo de separación en términos de tamaño de partícula. De esta manera, si se va a mantener el tamaño de poro, no obstante, se tendrá que interponer las placas de barril planas.

Se puede producir en la cavidad 132 de filtro que
20 forma el pasaje 130 de filtro, por ejemplo, al cortar con láser o grabar con ácido la cara 161 delantera. Un método para crear el pasaje de filtro es grabado con ácido de la cara 161 delantera al utilizar el proceso de fotolitografía bien conocido. La rugosidad de la superficie del pasaje de
25 filtro creada por el grabado con ácido se puede reducir mediante un proceso de electropulido conocido o mediante la aplicación de un recubrimiento antifricción. El pasaje 130

de filtro puede tener la forma de una cavidad o ranura 132 que se extiende en línea recta desde el borde 165 interno hasta el borde 167 externo en una dirección sustancialmente radial con relación a la abertura 128 de núcleo. El pasaje 5 130 de filtro se puede ampliar desde el borde 165 interno hasta el borde 167 externo, como se muestra en la figura 8.

La separación de líquidos de una mezcla extrudible que incluye sólidos fibrosos crea retos particulares para la construcción de filtro. Las fibras pueden ingresar y 10 alinearse en paralelo en los pasajes 130 de filtro, provocando un taponamiento hermético en el pasaje que no sólo reduce o evita el paso de fluido, sino que puede ser muy difícil, si no imposible, retirar mediante retrolavado. Este problema forma la base de la realización variante de 15 una placa 160, 180 de filtro de acuerdo con la invención como se ilustra en las figuras 10 a 13. Para superar el problema, los pasajes 130 de filtro pueden incluir una desviación 300 direccional, como se ilustra en las figuras 10 a 13, en cualquier punto a lo largo de su longitud para 20 bloquear cualquier ruta de línea recta a través del pasaje. Esto se puede lograr con el suministro de una curva con forma de S, o con forma de Z en la extensión longitudinal del pasaje o al incluir un tenedor u horquilla en el pasaje, por ejemplo, horquillas con forma de T, V, Y o U. Una 25 desviación de ejemplo en la forma de horquilla de U se muestra en las figuras 10 a 12. Es el propósito de la desviación 300 direccional impedir un pasaje en línea recta

a través del pasaje 130 de filtro, o un pasaje recto de una fibra lineal. De esta manera, se puede utilizar cualquier desviación 300 direccional en el pasaje 130 de filtro que es suficiente para bloquear un paso de línea recta a través del paso 130 de filtro, independiente de la forma de desviación, o la ubicación de la desviación a lo largo de la extensión longitudinal del pasaje 130 de filtro. En la realización ilustrada en las figuras 10 a 12, la desviación 300 se ubica ventajosamente en el extremo del pasaje 130 en el borde 165 interno. En la desviación 300 con forma de U ilustrado en las figuras 10 a 12, el pasaje 130 de filtro incluye una cavidad 132 de un ancho A, grabado en la superficie 161 delantera de la placa 160 de filtro. La horquilla con forma de U se crea al ramificar la cavidad 132 en un par de ramificaciones 320 opuestas al curvar las cavidades 132 en direcciones opuestas en un radio igual al ancho de las cavidades, en la realización ilustrada un radio de 0.001 pulgadas (1 micra). Las ramificaciones 320 se curvan luego hacia la dirección original de la cavidad en el mismo radio, para crear la horquilla con forma de U. La parte de la cara 161 delantera ubicada entre el borde 165 interno y las ramificaciones 320 crea un parachoques 310 que bloquea el pasaje de línea recta a través del pasaje 130 de filtro.

Como se ilustra en la figura 12, las fibras 350 cortas, aquellas que tienen una longitud más corta que el ancho del pasaje 130 de filtro, pueden ser capaces de pasar la

desviación 300, pero probablemente se acumulen menos y bloqueen el pasaje 130 en razón a que ellos no son suficientemente largos para atorarse en el pasaje. Por otra parte, las fibras 360 largas, aquellas que tienen una longitud mayor que el ancho del pasaje 130 probablemente se atoraran en la desviación 300. Las fibras 360 largas que se atoraran en la desviación 300, se atoraran a diferentes profundidades y ángulos en la desviación 300, dependiendo de la longitud general de las fibras 360 largas. Esto resulta en una orientación aleatoria generalmente no paralela de las fibras 360 atascadas, similar a un atasco de tronco aleatorio en una curva cerrada de un río. Esta orientación general no paralela de las fibras 360 atascadas evita un taponamiento completo del pasaje 130 de filtro en la desviación. Al mismo tiempo, el atasco de fibra puede crear una capa de filtro adicional, ayudando en la retención de sólidos superfinos que normalmente pasarían a través del pasaje 130 de filtro.

Las figuras 13A a 13E ilustran esquemáticamente otros tipos de desviaciones en el pasaje 130 de filtro, tal como desviaciones en forma de Y, V, T, S y Z. En cuanto a las realizaciones de ejemplo de las figuras 1 a 9, los pasajes 130 de filtro en las realizaciones de ejemplo de las figuras 10 a 13E se pueden ampliar hacia el borde 167 externo, por ejemplo, desde la desviación 300 hasta el borde 167 externo.

Los inventores han desarrollado un dispositivo de separación de sólidos/fluidos, que separa las porciones de sólidos y de fluidos de una mezcla extrudible a presiones elevadas. se contempla que se puede utilizar el dispositivo

5 de separación de sólidos/fluidos en muchas aplicaciones diferentes para separar las porciones de sólidos/fluidos de un material. Adicionalmente, como el dispositivo de separación de sólidos/fluidos de la presente invención puede tener un tamaño de poro mucho más pequeño que los

10 dispositivos de filtro convencionales, se espera que sea menos susceptible a taponamiento, reduciendo por lo tanto la necesidad de mantenimiento, incluyendo retrolavado cuando se requiera periódicamente con los dispositivos convencionales. De esta manera, el dispositivo de

15 separación de sólidos/fluidos de esta divulgación se puede utilizar en un proceso con menos tiempo de inactivación y menos mantenimiento, lo que resulta en un aumento de la capacidad y menos coste, en comparación con los dispositivos de filtración convencionales.

20 En el dispositivo de separación de sólidos/fluidos descritos, los elementos sinfín que transfieren el material internamente tienen tolerancias muy cercanas a la superficie interna del bloque de filtro y raspan continuamente el material lejos de la superficie de filtro.

25 En el caso de que una pequeña cantidad de fibras quede atrapada sobre la superficie del filtro, ellas serán cortadas por los elementos extrusores en piezas más

pequeñas y finalmente pasan a través del filtro y fuera de la corriente de líquido.

El número total de placas de filtro puede variar dependiendo de la mezcla extrudible y controla el área de
5 filtro general. Por las mismas condiciones de separación de sólidos/fluidos, se requieren más placas/más áreas de superficie para poros más pequeños. El tamaño de los poros controla la cantidad de sólidos que pueden pasar a la porción de fluido/líquido. Cada mezcla extrudible puede
10 tener una necesidad para que un determinado tamaño de poro obtenga un máximo deseado de captura de sólidos (cantidad de sólidos suspendidos en filtrado líquido).

Aunque esta divulgación ha descrito e ilustrado determinadas realizaciones, también se entiende que el
15 sistema, aparato y método descritos no se restringe a estas realizaciones particulares. Por el contrario, se entiende que se incluyen todas las realizaciones, que son equivalentes funcionales o mecánicos de las características y realizaciones específicas que se han descrito e ilustrado
20 aquí.

Se entenderá que, aunque se han descrito varias características con respecto a una u otra de las realizaciones, las diversas características y realizaciones pueden ser combinadas o utilizadas junto con otras
25 características y realizaciones como se describe e ilustra aquí.

Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica la práctica la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.