

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 196**

51 Int. Cl.:

B01D 21/00 (2006.01)

B03B 5/00 (2006.01)

B03B 5/62 (2006.01)

B01D 21/24 (2006.01)

B01D 21/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.09.2016 PCT/IL2016/050962**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17037714**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2016 E 16840984 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024 EP 3344357**

54 Título: **Un conducto para usar en un sistema para separar partículas suspendidas en un fluido, y un método para diseñar dicho conducto**

30 Prioridad:

03.09.2015 US 201562213640 P

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

06.09.2024

73 Titular/es:

**FILTERART LTD. (100.0%)
13 Hakalanit Street
1029200 Metula, IL**

72 Inventor/es:

MADMONI, SHAHAR

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 978 196 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

Un conducto para usar en un sistema para separar partículas suspendidas en un fluido, y un método para diseñar dicho conducto

5

Campo tecnológico

El objeto descrito en el presente documento se refiere al campo de la separación de partículas suspendidas en un fluido, más particularmente, a la separación estática de tales partículas en un flujo de fluido sustancialmente laminar dentro de un conducto curvado.

10

Antecedentes

Sistemas del tipo al que se refiere el objeto descrito en el presente documento, para eliminar partículas o flóculos de una suspensión que fluye a lo largo de un conducto curvado y expulsar el fluido y las partículas separadas a través de diferentes canales, se describen, por ejemplo, en los documentos US-8.276.760, US-8.869.987 y US-8.875.903. El documento US 2008/0.290.048 describe un dispositivo para la separación de un fluido de partículas de mayor densidad y/o sólidas contenidas en una muestra de líquido. El documento FR 2.918.900 describe un dispositivo y un método para separar los componentes de una suspensión líquida. El documento EP 1.942.329 describe un método para separar partículas en un flujo de fluido. El documento US-1.836.758 describe un aparato para eliminar partículas de polvo de gases.

15

20

Descripción general

Según un aspecto del objeto descrito en el presente documento, se da a conocer un conducto para separar partículas suspendidas en un fluido, comprendiendo el conducto al menos una parte de compartimento de retención que tiene un canal principal que se extiende a lo largo de una línea central curvada que define una dirección de flujo de fluido y uno o más compartimentos de retención configurados para retener al menos una parte de dichas partículas y coextensivos con el canal principal a lo largo de la línea central, el canal principal y al menos uno de los compartimentos son tal como sigue, en una sección transversal de la parte de compartimento de retención tomada perpendicularmente a dicha línea central:

25

30

- el canal principal tiene una forma poligonal básica definida por al menos cuatro paredes de canal que incluyen una pared de canal exterior, una pared de canal interior, una pared de canal superior y una pared de canal inferior; y

35

- el compartimento de retención sobresale desde al menos una de las paredes de canal interior y exterior en alejamiento con respecto a la línea central y tiene paredes de compartimento generalmente paralelas a las paredes correspondientes del canal principal orientadas de la misma manera, siendo el área de dicho compartimento más pequeña que la del canal principal;

40

en donde dicho conducto además comprende al menos una parte dividida que tiene un canal principal y un compartimento de retención similares a los de la parte de compartimento de retención y que además comprende al menos una pared de partición que se extiende a lo largo de una longitud de la parte dividida y dispuesta entre la pared exterior o interior del canal principal y la línea central, y configurada para permitir la continuación del flujo de fluido a lo largo del canal principal mientras evita el movimiento de las partículas retenidas de regreso al canal principal.

45

El canal principal y/o el compartimento de retención pueden tener en la sección transversal anterior una dimensión entre sus paredes interior y exterior esencialmente más grande que la existente entre sus paredes inferior y superior. El compartimento de retención puede tener además una configuración escalonada con varias paredes perpendiculares entre sí.

50

El conducto puede ser arqueado o en espiral al menos a lo largo de algunas de sus partes. En este caso, la parte de compartimento de retención puede constituir al menos una parte de un giro de una espiral o de un círculo.

55

El conducto comprende al menos una parte de canal básica corriente arriba de la parte de compartimento de retención, teniendo la parte de canal básica, al menos en el área de su unión con la parte de compartimento de retención, una forma y dimensiones idénticas a las del canal principal de la parte de compartimento de retención.

60

El conducto comprende al menos una parte dividida, que comprende un canal principal y un compartimento de retención similares a los de la parte de compartimento de retención corriente arriba de la parte dividida, y que además comprende al menos una pared de partición que se extiende a lo largo de una longitud de la parte dividida y está dispuesta entre la pared exterior o interior del canal principal y la línea central. La pared está configurada para permitir la continuación del flujo de fluido a lo largo del canal principal, evitando al mismo tiempo el movimiento de las partículas desde la parte de compartimento de retención de regreso al canal principal y para su extracción al fluir dentro de la parte dividida. La pared de partición puede disponerse más cerca del compartimento de retención que de la línea central, y configurarse para permitir la continuación del flujo de fluido a lo largo del canal principal y a lo largo del

65

compartimento de retención, evitando al mismo tiempo el movimiento de las partículas retenidas dentro del compartimento de regreso al canal principal.

5 El conducto puede comprender una entrada para recibir en su interior fluido de una fuente externa y cada uno de dicho canal principal y el compartimento de la parte de compartimento de retención o de la parte dividida puede incluir su propia salida para descargar fluido desde el mismo.

10 El conducto puede definir una dirección de flujo de fluido y puede comprender al menos un segmento que tiene una forma poligonal definida por al menos cuatro paredes de conducto que incluyen una pared de conducto exterior, una pared de conducto interior, una pared de conducto superior y una pared de conducto inferior, en un primer plano de sección transversal del segmento que pasa a través de la línea central, teniendo al menos una de las paredes de conducto interior y exterior de dicho segmento un perfil, en un segundo plano de sección transversal perpendicular al primer plano de sección transversal y que comprende la línea central, que está definido por una distancia variable entre la pared correspondiente y la línea central.

15 El perfil de al menos una de las paredes interior y exterior puede tener una forma ondulada, p. ej., sinusoidal.

20 Un conducto según el aspecto anterior puede usarse en cualquier sistema para separar partículas suspendidas en un fluido y, en particular, en sistemas estáticos, que están exentos de componentes móviles u otros componentes que funcionan activamente para proporcionar la separación, lo que puede resultar en la reducción del coste y las tasas de fallo que son típicos en los sistemas no estáticos.

Breve descripción de los dibujos

25 A efectos de entender mejor el objeto descrito en la presente descripción y para ilustrar cómo puede llevarse a cabo en la práctica, ahora se describirán las realizaciones, solo a modo de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 La **Fig. 1** ilustra un ejemplo de un conducto en espiral, que puede estar diseñado al menos parcialmente según cualquier realización del objeto descrito en el presente documento;

35 La **Fig. 2A** y la **Fig. 2B** son vistas isométricas esquemáticas de un ejemplo de una parte de canal básica y una parte de compartimento de retención, respectivamente, cada una de las cuales puede constituir una parte de un conducto según el objeto descrito en el presente documento;

La **Fig. 3** es una vista en sección transversal esquemática de otro ejemplo de una parte de compartimento de retención, que puede constituir una parte de un conducto según el objeto descrito en el presente documento;

40 La **Fig. 4A** es una vista en sección transversal esquemática de un ejemplo de una parte de compartimento de retención dividida, que puede constituir una parte de un conducto según el objeto descrito en el presente documento;

La **Fig. 4B** es una ilustración esquemática de una posible distribución de partículas en el fluido que fluye dentro de la parte de compartimento de retención dividida que se muestra en la Fig. 4A;

45 La **Fig. 4C** es una vista en sección transversal esquemática de otro ejemplo de una parte dividida, que puede constituir una parte de un conducto según el objeto descrito en el presente documento;

50 La **Fig. 4D** es una ilustración esquemática de una posible distribución de partículas en el fluido que fluye dentro de la parte de compartimento de retención dividida que se muestra en la Fig. 4C;

La **Fig. 5** es una vista isométrica esquemática de una parte de un conducto según una realización adicional del objeto descrito en el presente documento;

55 La **Fig. 6** ilustra un ejemplo de un sistema construido con una pluralidad de sistemas de separación de partículas interconectados;

La **Fig. 7** es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un ejemplo de un método mediante el cual se puede diseñar un conducto; y

60 La **Fig. 8** es un ejemplo de simulación de rastreo de partículas que se puede usar en un método.

Descripción detallada de las realizaciones

65 Un conducto según el objeto descrito en el presente documento, para usar en un sistema estático para separar partículas suspendidas en un fluido, puede tener varios tipos de partes de conducto, al menos algunas de las cuales pueden ser curvadas. Cada tipo de una parte de conducto puede extenderse a lo largo de una parte de la longitud del

conducto, según se desee, para controlar los parámetros de flujo a efectos de facilitar la acumulación de partículas que deben extraerse del fluido.

Debido a las fuerzas mecánicas que actúan sobre las partículas dentro del flujo de fluido por la forma curvada del conducto y su configuración espacial, las partículas que tienen parámetros similares tienden a seguir trayectorias similares dentro del flujo, que pueden estar cerca o lejos de la pared de un conducto determinado. Suponiendo que el conducto es arqueado o en espiral a lo largo de al menos una parte de su longitud, y tiene paredes exteriores e interiores correspondientes, las partículas más pesadas o más grandes normalmente tenderán a fluir a lo largo de la pared exterior del conducto y las partículas más ligeras o más pequeñas tienden a fluir cerca de la pared interior del conducto.

El conducto puede tener una línea central correspondiente a la dirección del flujo, una forma poligonal básica en su sección transversal tomada perpendicularmente a esta línea central, puede incluir partes rectas o curvadas que se extienden a lo largo de diferentes segmentos de la línea central, y puede configurarse para proporcionar, al menos a lo largo de algunas de estas partes, un flujo laminar deseado de un fluido. La forma poligonal del conducto en la sección transversal anterior puede ser tal que la dimensión del conducto entre las paredes interior y exterior es esencialmente más grande que la existente entre las paredes superior e inferior. En particular, la relación entre la primera y la última dimensiones puede ser al menos 5:1, más particularmente, al menos 10:1, y aún más particularmente, al menos 15:1.

Las partes de conducto pueden diferir por su forma en una sección transversal tomada perpendicularmente a la línea central y/o en una sección transversal tomada a lo largo de la línea central perpendicularmente a las paredes de conducto interior y exterior. Además o alternativamente, también pueden diferir por la forma de la línea central, p. ej., su radio de curvatura, y/o por su extensión a lo largo de la línea central. Por lo tanto, en un conducto o una parte del mismo que tiene un radio de curvatura, diferentes partes pueden tener una envergadura angular diferente. En general, la envergadura angular de las partes de conducto puede ser no inferior a 25 grados. En un conducto que tiene uno o más giros de una espiral sustancialmente plana, p. ej., como se muestra en la Fig. 1, las partes del conducto relacionadas con diferentes giros tendrán diferentes radios de curvatura. Cada tipo de una parte de conducto puede aparecer más de una vez a lo largo del conducto con las mismas o diferentes formas y dimensiones de sección transversal. Según un aspecto del objeto descrito en el presente documento, estas diferencias pueden usarse, al diseñar el conducto, para hacer que las partículas sigan las trayectorias deseadas dentro del conducto.

En el ejemplo de la Fig. 1, el conducto **100** tiene una entrada **101** y una salida **102**, y una línea **X** central en espiral que se extiende entre las mismas, y puede segmentarse a lo largo de esta línea central en partes de varios tipos, tales como partes de canal básicas, partes de compartimentos de retención y partes divididas que se describen a continuación con más detalle, o partes del mismo tipo que tienen diferentes geometría/dimensiones. Cada parte se extiende entre ubicaciones **103** de transición y está definida por su envergadura angular **L** y su radio **R** de curvatura, que pueden seleccionarse para lograr dentro de la parte un comportamiento hidrodinámico deseado del flujo de fluido y, en particular, las partículas a separar, según un plan predeterminado, que puede generarse, por ejemplo, como se describe a continuación.

Un ejemplo de una parte **8** de canal básica se muestra en la Fig. 2A, y tiene una forma de sección transversal rectangular básica en un plano perpendicular a la línea central, definida por cuatro paredes de canal: unas paredes **3** y **5** de canal exterior e interior, y unas paredes **2** y **4** de canal inferior y superior, respectivamente. Una parte de canal básica puede extenderse, por ejemplo, desde la entrada **101** del conducto a lo largo de una parte de su primer giro.

En funcionamiento, durante el flujo de fluido con partículas suspendidas a lo largo de la parte de canal básica curvada, existen fuerzas inerciales y centrípetas que actúan sobre las partículas. Debido al momento de inercia, las partículas tenderán a mantener su dirección de movimiento y, debido a las fuerzas centrípetas, tenderán a migrar hacia dentro, hacia el centro de la curvatura. En general, las partículas pesadas y grandes tenderán a moverse cerca de la pared de canal exterior del conducto y las partículas ligeras y pequeñas serán empujadas por el fluido hacia la pared de canal interior.

En consecuencia, disponer una parte de compartimento de retención corriente abajo de la parte de canal básica, y adyacente a las paredes de canal exterior y/o interior, puede facilitar la acumulación de partículas distribuidas como se mencionó anteriormente en dicha parte de compartimento de retención, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de fluido que acompaña estas partículas. Por lo tanto, la parte de compartimento de retención puede comprender un canal principal, que opcionalmente constituye una continuación de la parte de canal básica descrita anteriormente, al menos a lo largo de una mayor parte del área de sección transversal de la parte de canal básica, y al menos un compartimento que se une y es coextensivo con el canal principal, configurado para alojar en su interior partículas de al menos un tipo.

Un ejemplo de dicha parte de compartimento de retención es una parte **10** de compartimento de retención que se muestra en la Fig. 2B. La parte de compartimento de retención comprende un canal principal **11** y un compartimento **12** de retención coextensivo con el canal principal **11** a lo largo de la línea central **X**. El canal principal **11**, en esta realización, tiene una forma rectangular definida por cuatro paredes de canal: las paredes **3** y **5** de canal exterior e

interior, y las paredes **2** y **4** de canal inferior y superior, respectivamente. El compartimento **12** de retención sobresale desde la pared **5** de canal interior en alejamiento con respecto a la línea central **X** y tiene paredes **6**, **7**, **2** de compartimento generalmente paralelas a las paredes correspondientes del canal principal orientadas de la misma manera. Es decir, las paredes **6**, **7**, **2** de compartimento son paralelas o coinciden con las respectivas paredes **4**, **5**, **2** de canal. El área del compartimento **12** es más pequeña que la del canal principal **11** y algunas de sus paredes tienen longitudes más cortas que las de las paredes correspondientes del canal principal. La dimensión del compartimento entre sus paredes interior y exterior puede ser esencialmente más grande que la existente entre sus paredes superior e inferior. En particular, la relación entre la primera y la última dimensiones puede ser al menos 5:1, más particularmente, al menos 10:1, y aún más particularmente, al menos 15:1.

Es posible la presencia de más de un compartimento en una parte de compartimento de retención individual. Por lo tanto, la Fig. 3 ilustra una sección transversal de un ejemplo de una parte **20** de compartimento de retención, que se diferencia de la parte **10** de compartimento de retención por tener dos compartimentos de retención, un compartimento **21** de retención interior y un compartimento **22** de retención exterior, cada uno de los cuales sobresale desde la pared correspondiente. Las áreas de cada uno de los compartimentos **21** y **22** son más pequeñas que la del canal principal **11** y algunas de sus paredes tienen longitudes más cortas que las de las paredes correspondientes del canal principal.

Los compartimentos como el compartimento **12** que se muestra en la Fig. 2B y **21** que se muestra en la Fig. 3, que están asociadas con la pared interior del canal **11**, retendrán las partículas que se moverán y se agruparán debido a la fuerza centrípeta aplicada sobre las partículas ligeras y pequeñas. El compartimento **22** de la Fig. 3 retendrá las partículas que se moverán y se agruparán debido a la fuerza de inercia aplicada sobre las partículas pesadas y grandes.

Cada uno de los compartimentos **12**, **21** y **22** de retención puede tener una configuración diferente de las mostradas en la Fig. 2B o la Fig. 3. Por ejemplo, pueden ubicarse a diferentes alturas a lo largo de las paredes interiores o exteriores del canal principal, su anchura o longitud pueden variar, y el número de paredes puede cambiar, por ejemplo, en caso de que el compartimento tenga una forma escalonada.

Las partículas retenidas pueden extraerse del sistema directamente desde los compartimentos de retención o después de ser dirigidas a partes divididas.

Una o más partes divididas están construidas en todo el conducto, cada una en una ubicación diferente, y pueden variar en su posición de partición dentro del canal principal. Las partes divididas pueden construirse corriente abajo de las partes de compartimento de retención o corriente abajo de las partes de canal básicas, cada una para ocuparse de una zona en la que se espera que se acumulen ciertas partículas.

Las partículas retenidas dentro del canal dividido pueden así extraerse, por ejemplo, a través de algunos puertos de salida dispuestos a lo largo del canal. El resto del fluido continúa fluyendo dentro del canal principal. Cuando el fluido pasa más allá de un punto de extracción, se puede implementar un cambio en la sección transversal y la curvatura de la línea central del conducto mediante partes de conducto adicionales a efectos de cambiar la dinámica del flujo de fluido. Esto provocará que se acumulen partículas adicionales dentro de una zona específica del conducto, añadiéndose a continuación nuevas partes divididas a efectos de retener estas partículas. Este proceso de acumulación y extracción de partículas se puede repetir un número deseado de veces a lo largo del conducto. El mismo tipo de partículas se puede extraer en múltiples ubicaciones a efectos de retener las que se escaparon de las extracciones corriente arriba.

Ejemplos de partes divididas se ilustran en las Figs. 4A y 4B, en donde se muestra una parte dividida **30** que comprende, además del canal principal **11** y los compartimentos **21** y **22** de retención, dos zonas **33** y **34** de partición, construidas por dos paredes **31** y **32**, que se extienden entre las paredes superior e inferior del canal principal y continúan a lo largo de una longitud de la parte dividida, para permitir la continuación del flujo de fluido a lo largo del canal principal y a lo largo del compartimento de retención, evitando al mismo tiempo el retorno de las partículas retenidas dentro del compartimento al canal principal. La ubicación de cada pared de partición está configurada para permitir la retención de las partículas acumuladas en los compartimentos de retención, manteniendo al mismo tiempo otro fluido fuera del área dividida. Por ejemplo, en las Figs. 4A y 4B, ambas paredes **31** y **32** de partición están ubicadas cerca del compartimento para permitir mantener más fluido limpio dentro del canal principal.

En otro ejemplo, ilustrado en las Figs. 4C y 4D, una parte **40** de partición tiene múltiples zonas **41** a **44** de partición separadas por paredes **46** a **49** que se extienden entre las paredes superior e inferior del canal principal y a lo largo de una longitud de la parte dividida **40**. Dicha configuración permite la separación del fluido en múltiples tipos de partículas que tendrán diferentes zonas de acumulación a lo largo del canal principal.

Además de las estructuras de las partes de conducto descritas anteriormente, o alternativamente, el conducto según el objeto descrito en el presente documento puede tener, en al menos un segmento del mismo, unas paredes interior y exterior, al menos una de las cuales tiene, en un plano de sección transversal del segmento que pasa a través de la línea central y cruza las paredes, un perfil definido por una distancia variable entre la pared correspondiente y la línea

central. Estas variaciones pueden ayudar a controlar la velocidad del fluido, manteniendo una característica laminar dentro del canal y, en particular, a acumular las partículas suspendidas en el mismo.

Un ejemplo de uno de estos segmentos se muestra en la Fig. 5, en donde un segmento **50** tiene unas paredes **55** y **53** de conducto interior y exterior, que en su plano de sección transversal que pasa a través de la línea central **X1** y cruza las paredes **55** y **53**, tienen un perfil definido por una distancia variable entre la pared correspondiente y la línea central. Más particularmente, cada una de las paredes **55** y **53** interior y exterior tiene una forma ondulada.

Es posible usar en combinación una pluralidad de sistemas de separación de partículas que tienen conductos formados con partes como se ha descrito anteriormente, p. ej., como se ilustra en la Fig. 6. Cada uno de al menos una parte de los conductos puede permitir la separación de un fluido entrante en tres canales, uno el canal principal y dos el compartimento de retención y las partes divididas. Estas últimas partes están configuradas para expulsar las partículas así retenidas, mientras que el canal principal está configurado para suministrar el fluido residual al siguiente sistema de separación, hasta que se completa la separación deseada.

En funcionamiento, el fluido **204** fluye a través del canal **202** hacia el primer sistema **206** de separación, tal como se describió anteriormente, en donde algunas de las partículas quedan retenidas y son extraídas hacia el canal **210** de salida y otras hacia el canal **208**, mientras que el fluido residual **232** sale como una salida. El fluido del canal **210** de salida fluye así hacia un segundo sistema **212** de separación y se procesa usando compartimentos de retención y partes divididas hacia la salida **234**, mientras que el canal **214** de salida conduce el fluido al sistema **218** de separación, en donde se procesa usando las partes de compartimento de retención y las partes divididas hacia las salidas **242**, **244**, **246**. El fluido dentro del canal **208** de salida entra en el sistema **216** de separación y se procesa usando las partes de compartimento de retención y divididas hacia las salidas **226**, **228**, **230**.

Un conducto según el objeto descrito en el presente documento puede usarse con fluidos que contienen partículas de diversos tipos y características. Las partículas pueden tener forma de partículas sólidas, líquidas o de gas suspendidas en un fluido y deben separarse al menos parcialmente por medio de los compartimentos de retención y las partes divididas, tal como se ha descrito anteriormente. Para decidir dónde deben disponerse uno o más de los compartimentos de retención y las partes divididas al diseñar el conducto, se puede usar un método implementado por ordenador, un ejemplo del cual se describe a continuación con referencia a la Fig. 7. Para llevar a cabo dicho método, el ordenador debe estar dotado del software apropiado que permita realizar el análisis de flujo y la simulación de rastreo de partículas a los que se hace referencia en las etapas 3 y 4 descritas más adelante.

En la etapa 1, se introducen los parámetros iniciales del proceso en un ordenador, incluidos los parámetros del fluido, las partículas suspendidas en el fluido, los parámetros de flujo y el grado deseado de separación entre el fluido y las partículas a descargar.

Los parámetros del fluido pueden incluir viscosidad, velocidad, temperatura y presión, que se espera que tenga el fluido al entrar en el conducto o al fluir a lo largo del conducto. Además, los parámetros iniciales del proceso pueden incluir parámetros operativos dictados por el entorno de funcionamiento requerido y las normas de trabajo.

Los parámetros iniciales de las partículas suspendidas dentro del fluido pueden incluir al menos sus tamaños, pesos específicos y naturaleza. Por ejemplo: los pesos específicos de una partícula pueden ser superiores al peso específico del fluido portador; sin embargo, cuando está recubierta por una capa de aire, el efecto del aire al reducir el peso específico bruto de la partícula más el aire puede ser sustancial.

En la etapa 2, se seleccionan los parámetros básicos del conducto en función de las condiciones iniciales del proceso. Los parámetros básicos del conducto se refieren al menos a la geometría básica del conducto y pueden comprender las dimensiones del conducto, tales como su longitud a lo largo de la línea central del conducto que define una dirección de flujo de fluido, la curvatura del perfil del conducto a lo largo de la línea central, los orificios de salida planificados, la forma del conducto en una sección transversal tomada perpendicularmente a la línea central, y su anchura y altura en esta sección transversal.

En la etapa 3, se realiza un análisis de flujo del fluido que tendrá el fluido que entra en el conducto con los parámetros iniciales del proceso obtenidos en la etapa 1 al fluir a lo largo del conducto con los parámetros básicos del conducto definidos en la etapa 2; el análisis de flujo puede proporcionar al menos la evaluación de los perfiles de velocidad y presión que se desarrollan a lo largo del conducto y el cálculo del tiempo que las partículas pasarán dentro del conducto.

En la etapa 4, se realiza una simulación de rastreo de partículas con respecto a las partículas que tienen los parámetros iniciales obtenidos en la etapa 1, para estudiar su comportamiento en el flujo analizado en la etapa 3 anterior. Este análisis puede proporcionar información sobre la distribución de las partículas en el conducto con los parámetros básicos definidos en la etapa 2, el porcentaje de separación que se puede obtener en el conducto, la eficiencia de los perfiles del conducto y el tiempo empleado a lo largo del conducto. Al analizar los resultados de la simulación, se pueden seleccionar posibles ubicaciones en donde se pueden formar las partes de compartimento de retención y de partición en el conducto.

La Fig. 8 ilustra esquemáticamente un ejemplo de tales resultados obtenidos para un conducto en forma de espiral, en donde el fluido era agua y las partículas eran polvo de arena. En este conducto, L1 y L2 son ejemplos de zonas candidatas para tener compartimentos de retención en la pared exterior del conducto a efectos de retener las partículas que se muestran acumuladas a lo largo de esta pared. Además, se podría añadir un compartimento de retención, por ejemplo, entre L1 y L2, a efectos de controlar el flujo para acelerar la acumulación de partículas hacia la pared exterior.

En la etapa 5, se actualizan los parámetros del conducto en función de la simulación de rastreo de partículas. Los parámetros actualizados pueden incluir cambios generales o locales en la geometría del conducto, tal como la incorporación de compartimentos de retención y, opcionalmente, partes de partición, y/o el cambio de dimensiones del canal básico del conducto en sus diferentes secciones transversales y/o la longitud del conducto /o su curvatura de las partes del conducto.

En las etapas 6 y 7, se realizan el análisis de flujo y las simulaciones de rastreo de partículas de manera similar a como se realizan en las etapas 4 y 5, y si no se logra el grado de separación deseado, las etapas 5, 6 y 7 se realizan de nuevo tantas veces como sea necesario hasta que el grado de separación analizado se corresponda con el grado de separación deseado.

En la etapa 8, se extrae la geometría del conducto para usar en la fabricación del conducto en correspondencia mediante cualquier método adecuado conocido en la técnica.

Los parámetros del fluido pueden incluir viscosidad, velocidad, temperatura y presión, que se espera que tenga el fluido al entrar en el conducto o al fluir a lo largo del conducto. Además, los parámetros iniciales del proceso pueden incluir parámetros operativos dictados por el entorno de funcionamiento requerido y las normas de trabajo.

Los parámetros iniciales de las partículas suspendidas dentro del fluido pueden incluir al menos sus tamaños, pesos específicos y naturaleza. Por ejemplo: los pesos específicos de una partícula pueden ser superiores al peso específico del fluido portador; sin embargo, cuando está recubierta por una capa de aire, el efecto del aire al reducir el peso específico bruto de la partícula más el aire puede ser sustancial.

En la etapa 2, se seleccionan los parámetros básicos del conducto en función de las condiciones iniciales del proceso. Los parámetros básicos del conducto se refieren al menos a la geometría básica del conducto y pueden comprender las dimensiones del conducto, tales como su longitud a lo largo de la línea central del conducto que define una dirección de flujo de fluido, la curvatura del perfil del conducto a lo largo de la línea central, los orificios de salida planificados, la forma del conducto en una sección transversal tomada perpendicularmente a la línea central, y su anchura y altura en esta sección transversal.

En la etapa 3, se realiza un análisis de flujo del flujo que tendrá el fluido que entra en el conducto con los parámetros iniciales del proceso obtenidos en la etapa 1 al fluir a lo largo del conducto con los parámetros básicos del conducto definidos en la etapa 2; el análisis de flujo puede proporcionar al menos la evaluación de los perfiles de velocidad y presión que se desarrollan a lo largo del conducto y el cálculo del tiempo que las partículas pasarán dentro del conducto.

En la etapa 4, se realiza una simulación de rastreo de partículas con respecto a las partículas que tienen los parámetros iniciales obtenidos en la etapa 1, para estudiar su comportamiento en el flujo analizado en la etapa 3 anterior. Este análisis puede proporcionar información sobre la distribución de las partículas en el conducto con los parámetros básicos definidos en la etapa 2, el porcentaje de separación que se puede obtener en el conducto, la eficiencia de los perfiles del conducto y el tiempo empleado a lo largo del conducto. Al analizar los resultados de la simulación, se pueden seleccionar posibles ubicaciones, en donde se pueden formar las partes de compartimento de retención y de partición en el conducto.

La Fig. 8 ilustra esquemáticamente un ejemplo de tales resultados obtenidos para un conducto en forma de espiral, en donde el fluido era agua y las partículas eran polvo de arena. En este conducto, **L1** y **L2** son ejemplos de zonas candidatas para tener compartimentos de retención en la pared exterior del conducto a efectos de retener las partículas que se muestran acumuladas a lo largo de esta pared. Además, se podría añadir un compartimento de retención, por ejemplo, entre **L1** y **L2**, a efectos de controlar el flujo para acelerar la acumulación de partículas hacia la pared exterior.

En la etapa 5, se actualizan los parámetros del conducto en función de la simulación de rastreo de partículas. Los parámetros actualizados pueden incluir cambios generales o locales en la geometría del conducto, tal como la incorporación de compartimentos de retención y, opcionalmente, partes de partición, y/o el cambio de dimensiones del canal básico del conducto en sus diferentes secciones transversales y/o la longitud del conducto /o su curvatura de las partes del conducto.

En las etapas 6 y 7, se realizan el análisis de flujo y las simulaciones de rastreo de partículas de manera similar a como se realizan en las etapas 4 y 5, y si no se logra el grado de separación deseado, las etapas 5, 6 y 7 se realizan

ES 2 978 196 T3

de nuevo tantas veces como sea necesario hasta que el grado de separación analizado se corresponda con el grado de separación deseado.

- 5 En la etapa 8, se extrae la geometría del conducto para usar en la fabricación del conducto en correspondencia mediante cualquier método adecuado conocido en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Un conducto (100) para separar partículas suspendidas en un fluido, comprendiendo el conducto partes de conducto que difieren en su forma en una sección transversal del conducto, extendiéndose cada parte a lo largo de una parte de la longitud del conducto; comprendiendo las partes de conducto:
- al menos una parte (8) de canal básica configurada para permitir que el fluido fluya en su interior a lo largo de una dirección de flujo; y al menos una parte (10, 20) de compartimento de retención dispuesta corriente abajo de la parte de canal básica, teniendo dicha parte de compartimento de retención un canal principal (11) que constituye una continuación de la parte de canal básica y que se extiende a lo largo de una línea (X) central curvada y uno o más compartimentos (12, 21, 22) de retención coextensivos con el canal principal a lo largo de la línea central; estando exenta dicha parte de canal básica de compartimentos de retención y estando configurada para proporcionar una distribución de partículas predeterminada en el flujo de fluido corriente arriba de la parte de compartimento de retención y estando configurada la parte de compartimento de retención para mantener dicha distribución de partículas mientras retiene al menos una parte de dichas partículas en sus uno o más compartimentos de retención; el canal principal y al menos uno de los compartimentos son tal como sigue, en una sección transversal de la parte de compartimento de retención tomada perpendicularmente a dicha línea central:
- el canal principal tiene una forma poligonal básica definida por al menos cuatro paredes de canal que incluyen una pared (3) de canal exterior, una pared (5) de canal interior, una pared (4) de canal superior y una pared (2) de canal inferior; y
 - el compartimento de retención sobresale desde al menos una de las paredes de canal interior y exterior en alejamiento con respecto a la línea central y tiene paredes (2, 6, 7) de compartimento generalmente paralelas a las paredes correspondientes del canal principal orientadas de la misma manera, siendo el área de dicho compartimento más pequeña que la del canal principal;
- caracterizado por que** dicho conducto además comprende al menos una parte dividida (30, 40) que tiene un canal principal y un compartimento de retención similares a los de la parte de compartimento de retención y que además comprende al menos una pared (31, 32, 46, 47, 48, 49) de partición que se extiende a lo largo de una longitud de la parte dividida y dispuesta entre la pared exterior o interior del canal principal y la línea central, y configurada para permitir la continuación del flujo de fluido a lo largo del canal principal mientras evita el movimiento de las partículas retenidas de regreso al canal principal.
2. Un conducto según la reivindicación 1, en donde al menos algunas de las paredes del compartimento tienen longitudes más cortas que las de las paredes correspondientes del canal principal.
3. Un conducto según la reivindicación 1 o 2, en donde la forma del canal principal es rectangular y es tal que la distancia entre las paredes superior e inferior del canal principal es esencialmente más corta que la existente entre sus paredes interior y exterior.
4. Un conducto según las reivindicaciones 1 a 3, en donde cada parte del conducto se extiende entre ubicaciones (103) de transición, y en donde, en la ubicación de transición entre la parte de canal básica y la parte de compartimento de retención, la parte de canal básica tiene una forma y dimensiones idénticas a las del canal principal de la parte de compartimento de retención.
5. Un conducto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dicha línea central es arqueada al menos a lo largo de dicha parte de compartimento de retención.
6. Un conducto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dicha parte de compartimento de retención constituye al menos una parte de un giro de una espiral o de un círculo.
7. Un conducto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde dicha pared de partición está dispuesta más cerca del compartimento de retención que de la línea central, y está configurada para permitir la continuación del flujo de fluido a lo largo del canal principal y a lo largo del compartimento de retención, mientras evita el movimiento de las partículas retenidas dentro del compartimento de regreso al principal, y en donde dicha parte dividida comprende opcionalmente al menos dos paredes de partición dispuestas entre la línea central y una pared exterior o interna y además se extiende opcionalmente entre las paredes superior e inferior del canal principal.

ES 2 978 196 T3

8. Un conducto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho conducto comprende una entrada (101) para recibir fluido en su interior y cada uno de dicho canal principal y el compartimento incluye su propia salida para descargar fluido desde el mismo.
- 5 9. Un conducto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde, en al menos un segmento (50) del conducto, en un plano de sección transversal del segmento que pasa a través de la línea central y cruza las paredes (55, 53) de conducto interior y exterior, al menos una de las paredes de conducto interior y exterior de dicho segmento tiene un perfil definido por una distancia variable entre la pared correspondiente y la línea central.
- 10 10. Un conducto según la reivindicación 9, en donde el perfil de al menos una de las paredes interior y exterior tiene una forma ondulada, opcionalmente, sinusoidal.

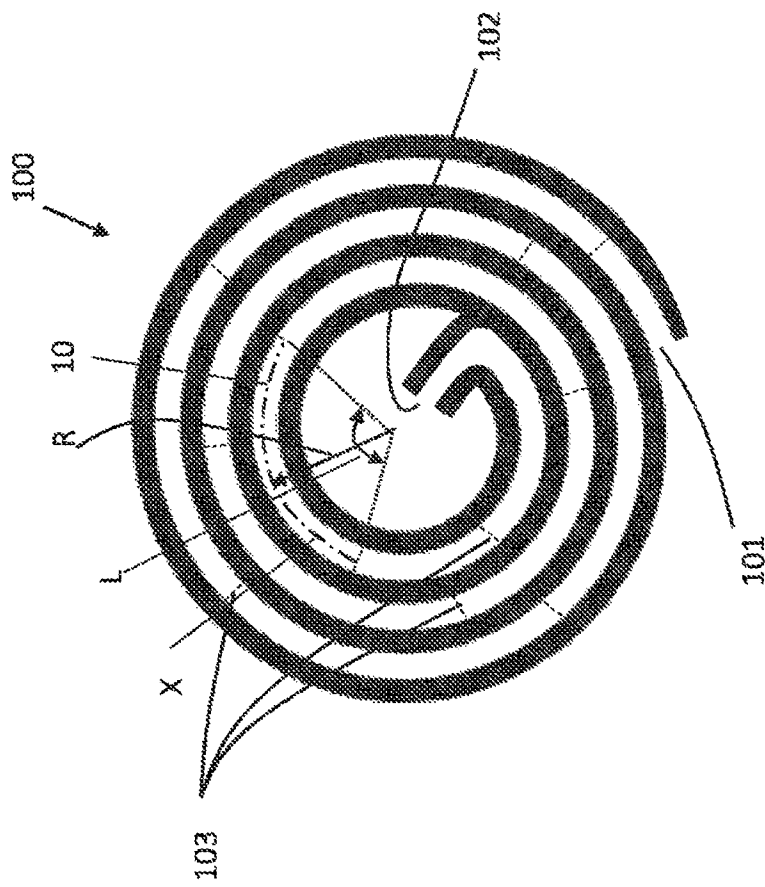


Figure 1

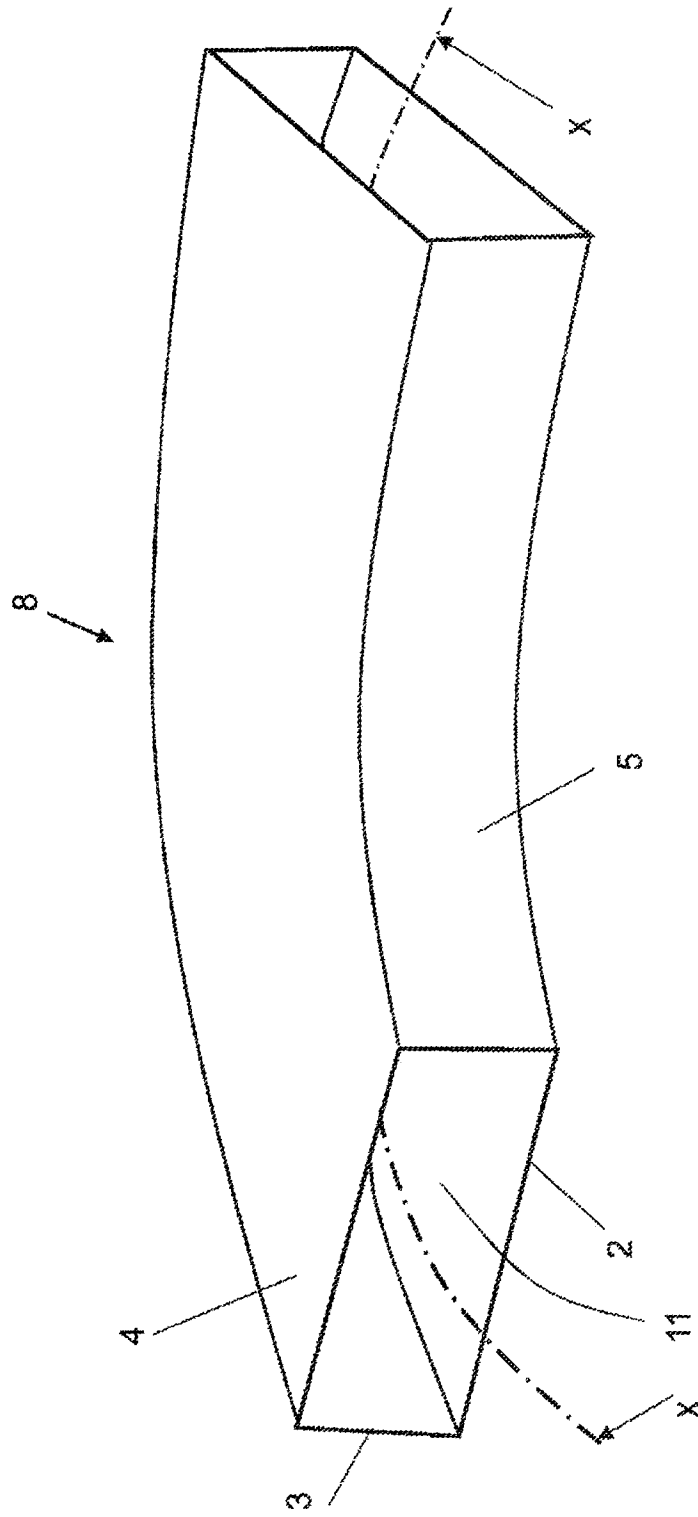


Figura 2A

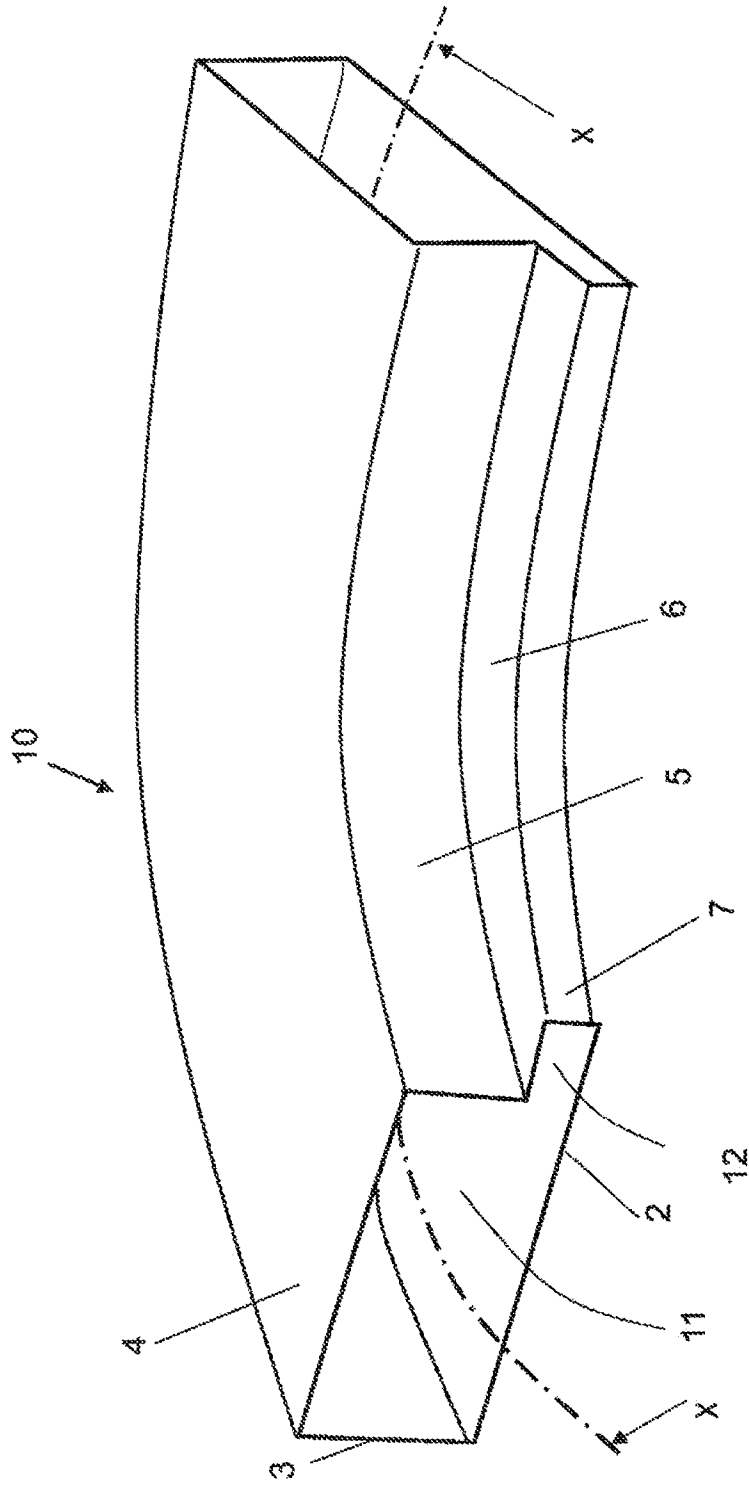


Figura 2B

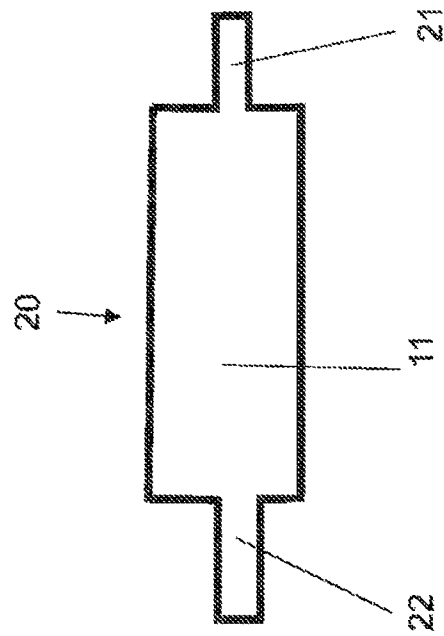


Figura 3

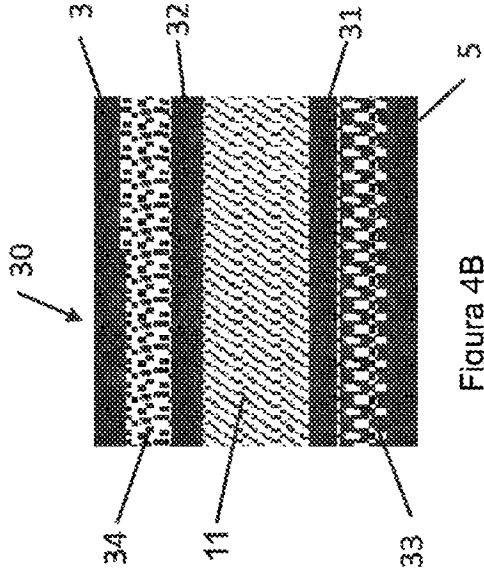


Figura 4B

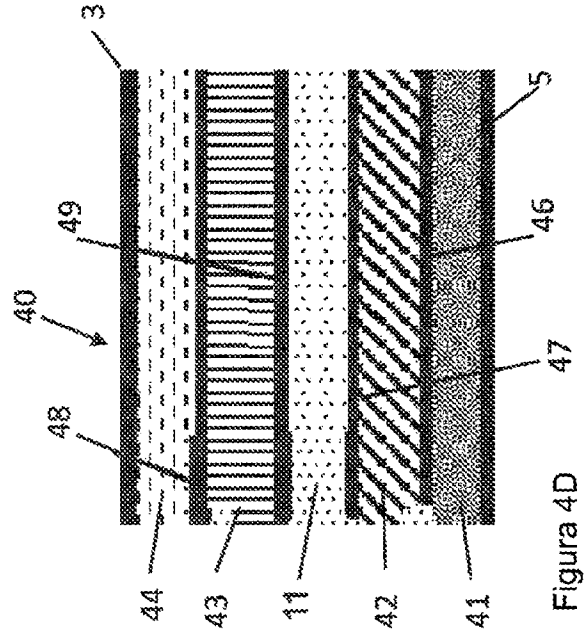


Figura 4D

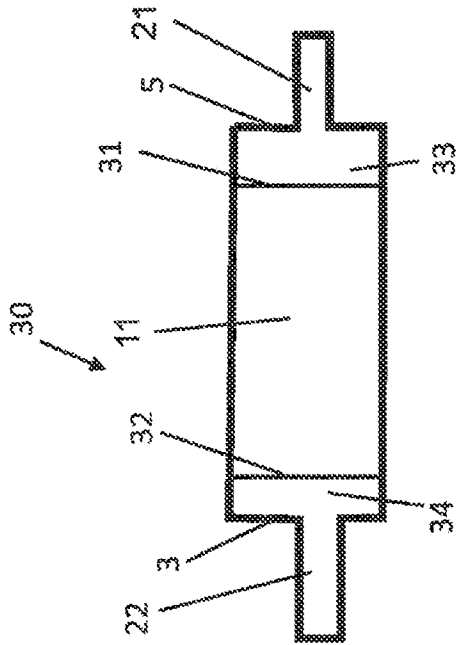


Figura 4A

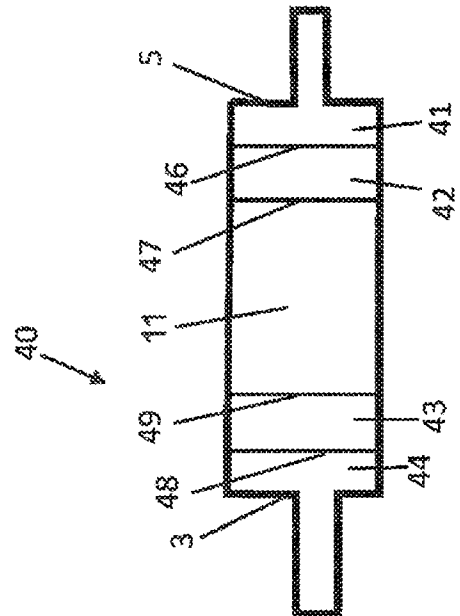


Figura 4C

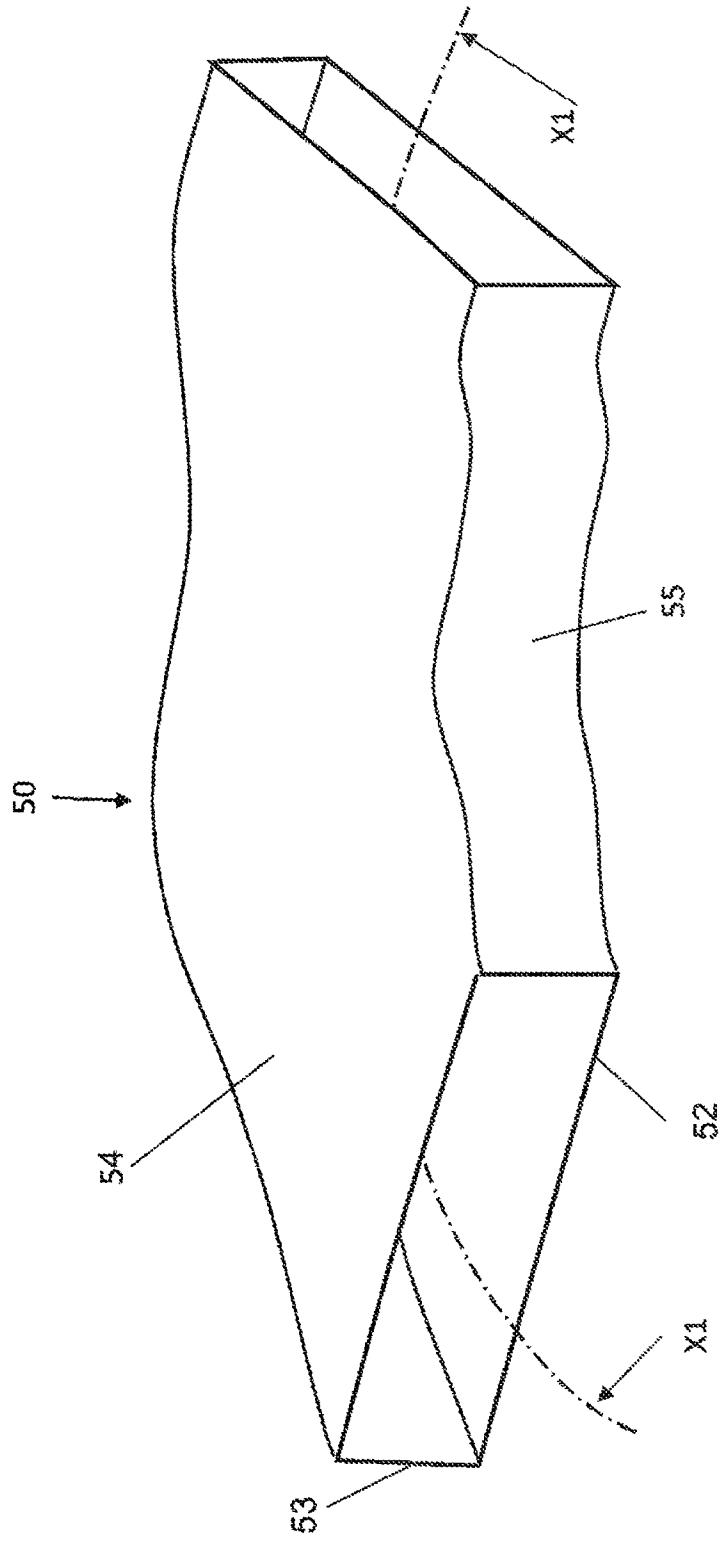


Figure 5

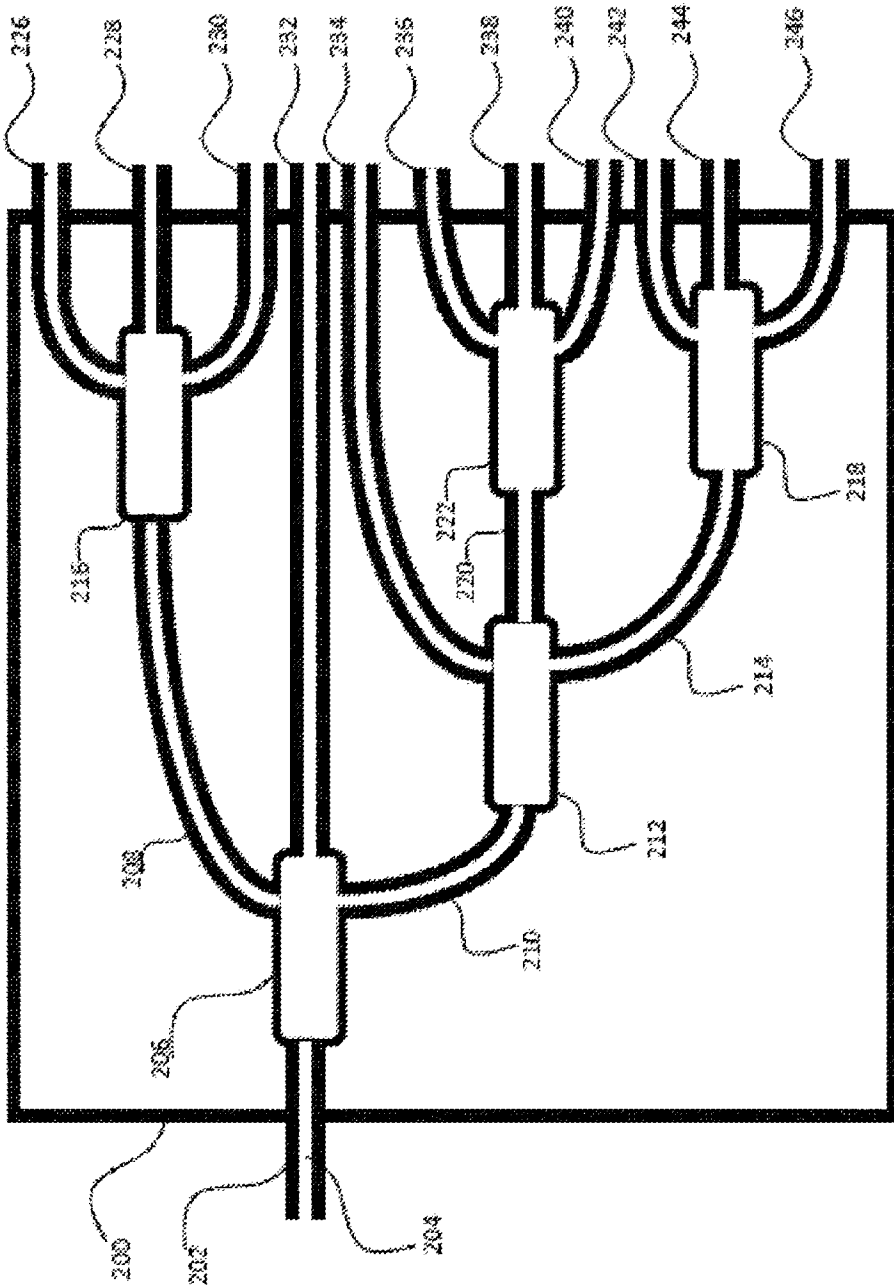


Figura 6

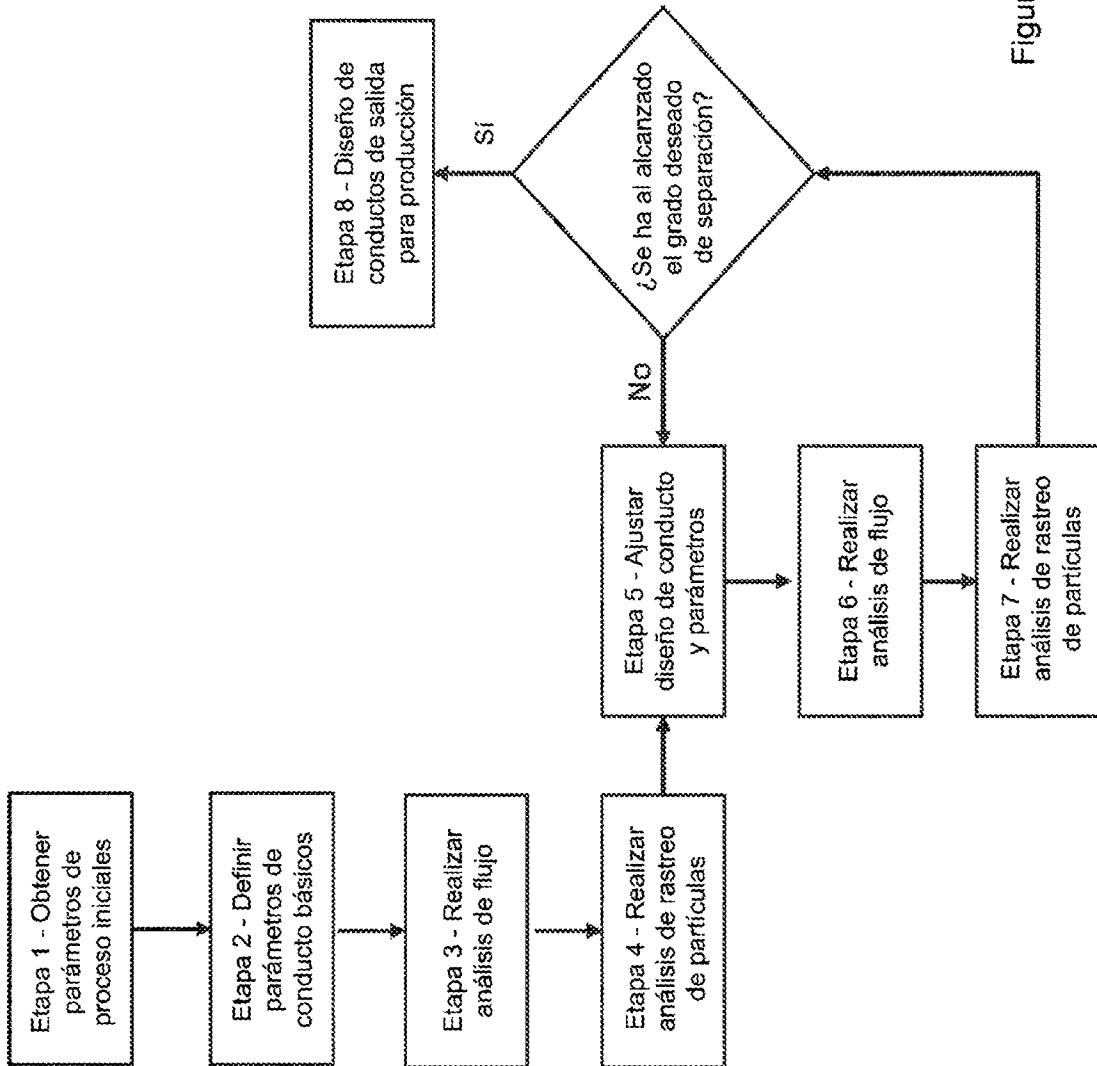


Figura 7

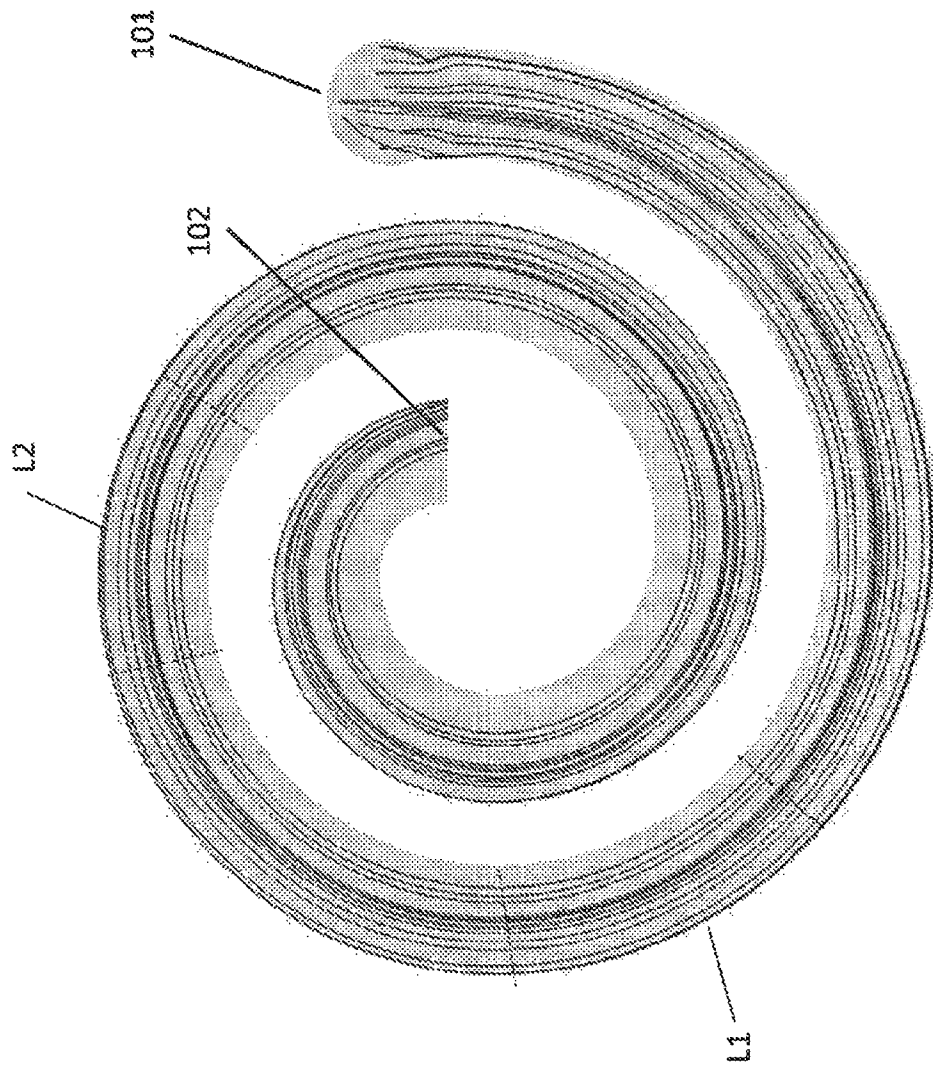


Figura 8