

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 786**

51 Int. Cl.:

**B03B 5/32** (2006.01)

**B04B 1/04** (2006.01)

**B03B 5/62** (2006.01)

**B03B 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2017 PCT/AU2017/050377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.11.2017 WO17185131**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2017 E 17788425 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024 EP 3448576**

54 Título: **Un aparato de alimentación para un separador de partículas, separador de partículas y método de separación de partículas**

30 Prioridad:

**26.04.2016 AU 2016901539**

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

**21.11.2024**

73 Titular/es:

**NEWCASTLE INNOVATION LIMITED (100.0%)  
Industry Development Centre University Drive  
Callaghan, New South Wales 2308, AU**

72 Inventor/es:

**GALVIN, KEVIN PATRICK**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 988 786 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 aparato de alimentación para un separador de partículas, separador de partículas y método de separación de partículas

5

**Campo de la invención**

La invención se refiere a un aparato de alimentación para un separador de partículas y, en particular, a un aparato de alimentación para un separador de partículas para mezclas que contienen partículas de baja densidad y alta densidad y/o una variedad de tamaños de partículas. La invención se ha desarrollado principalmente para usar como un separador de partículas para mezclas de minerales que contienen partículas de baja densidad y/o de menor tamaño y partículas de alta densidad y/o de mayor tamaño y se describirá en lo sucesivo en el presente documento por referencia a esta solicitud.

10

**15 Antecedentes de la invención**

El siguiente análisis de la técnica anterior tiene por objeto presentar la invención en un contexto técnico apropiado y permitir que se aprecien adecuadamente sus ventajas. A menos que se indique claramente lo contrario, sin embargo, la referencia a cualquier técnica anterior en esta memoria descriptiva no debe interpretarse como una admisión expresa o implícita de que dicha técnica es ampliamente conocida o forma parte del conocimiento general común en el campo.

20

Los separadores de partículas se usan ampliamente en la industria. Un tipo de separador de partículas es un clasificador de lecho fluidizado, que se usa extensivamente en la industria del carbón y minerales para separar partículas en función de la densidad. La mezcla de alimentación entra en el clasificador de lecho fluidizado, separándose finalmente en una mezcla de partículas más finas o de menor densidad que se elevan a través del recipiente, y una descarga de flujo inferior de partículas más grandes o de mayor densidad que se descargan desde abajo. La parte inferior del sistema está soportada por una corriente de fluidización ascendente, que normalmente se suministra a través de la base inferior del recipiente.

25

30

Estos clasificadores existen en varias configuraciones, la más simple de las cuales denominada separador de lecho oscilante. El separador de lecho oscilante comprende esencialmente un cilindro con su base inferior en forma de cono para canalizar material (partículas de mayor densidad) hacia el flujo inferior. En la parte superior del cilindro, alrededor del borde exterior, se encuentra una batea para recoger el sobreflujo que contiene partículas de baja densidad, mientras que en la sección superior del cilindro se encuentra un pozo de alimentación central para permitir que la mezcla de alimentación entrante se separe del flujo de fluidización que se dirige al sobreflujo.

35

Otra configuración se denomina clasificador de reflujo, que comprende un sistema de canales inclinados situados por encima del cilindro, con la batea de sobreflujo ubicada en la parte superior por encima de los canales inclinados incorporando una serie de bateas internas para suministrar el sobreflujo a una batea externa. En el clasificador de reflujo, la mezcla de alimentación generalmente se alimenta a una elevación cercana a la parte inferior de los canales inclinados y se suministra ya sea desde arriba o adyacente al sistema de canales inclinados.

40

Otra configuración relacionada con el clasificador de reflujo, conocido como clasificador de reflujo inverso, consiste en un lecho fluidizado inverso, con el sistema de canales inclinados ubicado debajo del cilindro. En este caso, la mezcla de alimentación simplemente entra a través de una pared por la sección vertical del sistema.

45

Otra configuración más se conoce como gravitón, que es efectivamente un clasificador de reflujo ubicado en el interior de una centrífuga. En efecto, el eje vertical del clasificador de reflujo se gira 90° para que el eje se ubique radialmente desde el árbol de la centrífuga.

50

El documento US 3075643 A describe un aparato que tiene dos compartimentos dispuestos verticalmente, uno de los cuales está encerrado por el otro compartimento y está separado de este último por una partición adecuada. Las partes de extremo inferior de los dos compartimentos están en comunicación entre sí y los extremos inferiores de ambos compartimentos están definidos por un suelo común que consiste en un tamiz a través del cual fluye el líquido de clasificación en la práctica de la invención.

55

El documento WO 2008/064406 A1 describe un método para operar un clasificador de placas inclinadas que tiene una matriz de placas inclinadas paralelas dentro de una cámara, definiendo canales inclinados entre las placas, implica alimentar material de alimentación de partículas de densidad variable entre las placas y proporcionar una resuspensión de partículas de menor densidad a medida que el material de alimentación se mueve a través de los canales inclinados.

60

El documento US 2426839 A describe un método y un aparato para limpiar y/o clasificar por tamaño, arena u otras sustancias similares que comprenden agregaciones de gránulos separados. El documento US 2967617 A se refiere a un aparato hidráulico de clasificación o dimensionamiento para clasificar partículas sólidas que pueden suministrarse en una pasta acuosa para separarlas de acuerdo con la velocidad de sedimentación, comprendiendo el aparato medios

65

para efectuar la sedimentación de partículas en los sólidos suministrados, con la adición de un líquido denominado agua hidráulica que fluye en la dirección opuesta de sedimentación. El documento CN 101767051 A se refiere a un equipo y método de clasificación fluidizada para el control del tamaño de partícula del circuito de molienda y la clasificación de fango de carbón u otros minerales de grano fino.

5 Cada uno de estos sistemas de separación de partículas requiere una fluidización significativa para soportar la suspensión de partículas y, por tanto, permitir la separación. El suministro de esta fluidización da como resultado la adición de más fluido, generalmente agua y, por consiguiente, más energía. Sin embargo, no es posible reducir la cantidad de fluidización para reducir el consumo de energía, ya que esto tendría un impacto negativo en la suspensión de las partículas. También afectaría negativamente a dos funciones adicionales de fluidización. La primera función es el fluido de fluidización que facilita la desenlodadura o la limpieza, del material antes de su descarga al flujo inferior. La segunda función es que el fluido de fluidización proporciona una condición de fluidización bien definida y uniforme para soportar el peso de las partículas en el fluido y, a su vez, evitar que se mezcle con el material que se alimenta al sistema. Esta segunda función es crucial para evitar cortocircuitos y, por consiguiente, la colocación incorrecta del material de mezcla.

### Sumario de la invención

20 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato para alimentar una mezcla de alimentación en un separador de partículas, que comprende:

una cámara que tiene al menos un deflector para dividir la cámara en una primera zona y en una segunda zona, siendo la segunda zona formada en el interior del deflector y siendo la primera zona formada entre el exterior del deflector y la cámara;

25 una fuente de fluidización (2) para alimentar un fluido de fluidización en una abertura del deflector; y una entrada de alimentación para alimentar la mezcla en la primera zona; en donde la primera abertura del deflector está más cerca de la fuente de fluidización y una segunda abertura del deflector está más cerca de una parte del separador de partículas que tiene canales inclinados formados por una serie de placas inclinadas; y

30 el deflector desvía la mezcla lejos de la segunda zona y dirige el fluido de fluidización de la fuente de fluidización a través de la primera abertura del deflector, la segunda zona y la segunda abertura del deflector para combinarse con la mezcla de la primera zona en una zona de mezclado proporcionada entre la segunda abertura del deflector y la parte del separador de partículas que tiene canales inclinados formados por una serie de placas inclinadas.

35 Un segundo aspecto de la presente invención proporciona un aparato para separar partículas de baja densidad y/o de menor tamaño de las mezclas de alimentación, que comprende el aparato del primer aspecto de la invención; una pluralidad de canales inclinados ubicados adyacentes a un primer extremo de la cámara; y en donde la fuente de fluidización está ubicada adyacente a un segundo extremo de la cámara.

40 Un tercer aspecto de la presente invención proporciona un método para alimentar mezcla en un separador de partículas que tiene una fuente de fluidización, que comprende:

dividir una cámara en una primera zona y en una segunda zona con un deflector, siendo la segunda zona formada en el interior del deflector y siendo la primera zona formada entre el exterior del deflector y la cámara;

45 alimentar la mezcla en la primera zona; desviar la mezcla lejos de la segunda zona; y dirigir el fluido de fluidización de la fuente de fluidización en una abertura del deflector y a través de la segunda zona y a través del otro extremo abierto del deflector para crear un flujo de fluidización que se combina con la mezcla de la primera zona en una zona de mezclado proporcionada entre el deflector y una parte del separador de partículas que tiene canales inclinados formados por una serie de placas inclinadas.

50

De manera adicional, como se usa en el presente documento y, a menos que se especifique lo contrario, el uso de los adjetivos ordinales "primero/a", "segundo/a", "tercero/a", etc., para describir un objeto común, simplemente indican que se hace referencia a diferentes ejemplos de objetos similares, y no pretenden implicar que los objetos así descritos deban estar en una secuencia dada, ya sea temporal, espacial, en orden de importancia, o de cualquier otra manera.

55

### Breve descripción de los dibujos

60 A continuación se describirán las realizaciones preferidas de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 2 es un dibujo esquemático de una vista en planta del aparato de la Figura 1;

65 La Figura 3 es un dibujo esquemático de una vista en planta de otra realización del aparato de la Figura 1;

La Figura 4 es una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con una realización adicional de la invención;

La Figura 5 es una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con otra realización de la invención;

La Figura 6 es una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con otra realización más de la invención;

La Figura 7 es una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con una realización adicional de la invención;

La Figura 8 es una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con una realización adicional de la invención;

La Figura 9 es una vista en sección transversal de una parte de un aparato de acuerdo con otra realización más de la invención;

La Figura 10 es una vista en planta del aparato de la Figura 9;

La Figura 11 es una vista en planta de una alternativa del aparato de la Figura 9;

La Figura 12 es una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con una realización adicional de la invención; y

La Figura 13 es una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con otra realización más de la invención.

#### **Realizaciones preferidas de la invención**

La presente invención se describirá ahora con referencia a los siguientes ejemplos que deberían considerarse en todos los aspectos como ilustrativos y no restrictivos. En las Figuras, a las características correspondientes dentro de la misma realización o comunes a diferentes realizaciones se les ha proporcionado los mismos números de referencia.

A menudo se hace referencia a las partículas más densas que se dirigen al flujo inferior y a las partículas de menor densidad que se dirigen al sobreflujo. No obstante, los expertos en la materia apreciarán que las partículas densas bastante finas se dirigirán al sobreflujo y las partículas de menor densidad excesivamente más grandes se dirigirán al sobreflujo. Más generalmente, las partículas de sedimentación más rápida se dirigen al flujo inferior y las partículas de sedimentación más lenta se dirigen al sobreflujo, pero, en muchos separadores, la geometría del sistema y el estado de la suspensión también pueden influir en este resultado. En condiciones relativamente diluidas, las partículas más gruesas (de mayor tamaño) tenderán a dirigirse al flujo inferior y las partículas más finas (de menor tamaño) al sobreflujo. Claramente, los sistemas que implican partículas con una distribución de tamaños y densidades son complejos en su respuesta. Por consiguiente, con el fin de describir realizaciones de la invención, se ha aplicado una descripción más simple en todo el documento, con referencia a las partículas más densas o de mayor tamaño (por ejemplo, sedimentación más rápida) que se dirigen al flujo inferior y las partículas de menor densidad o de menor tamaño que se dirigen al sobreflujo. No debe considerarse que esta descripción más sencilla limite en modo alguno la aplicación de la presente invención.

Con referencia a la Figura 1, se ilustra un separador 1 de partículas, que comprende una fuente de fluidización 2, una pluralidad de canales inclinados 3 y un aparato 4 para alimentar la mezcla S en el separador de partículas de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización, el separador 1 de partículas está configurado para actuar como un clasificador de reflujo. En este sentido, los canales inclinados 3 están ubicados en una parte superior 5 del separador 1 de partículas y la fuente de fluidización 2 está ubicada en una parte inferior 6. Los canales inclinados 3 están formados por una serie de placas inclinadas 7. Una batea 8 está ubicada en la parte superior de la cámara 5 para recibir y eliminar un sobreflujo 9 de partículas de baja densidad y/o de menor tamaño que migran hacia arriba a través de la acción de un flujo 10 de fluidización ascendente de la fuente de fluidización 2. La fuente de fluidización 2 comprende un distribuidor 12 en la parte inferior de una cámara de fluidización 13 formada en la parte inferior 6. El distribuidor 12 crea un lecho fluidizado que dirige el flujo de fluidización 10 hacia arriba en el separador 1 de partículas. Una salida 15 en la parte inferior 6 descarga un flujo inferior 16 de partículas más densas.

El aparato de alimentación 4 comprende una cámara 17 dividida en una zona exterior 20 y en una zona interior 21 por un deflector 22. Dos entradas de alimentación 23 para alimentar la mezcla S en la zona exterior 20 están ubicadas en lados opuestos 24 de la cámara 17 con conductos 25 para suministrar la mezcla, como se muestra mejor en la Figura 2. El deflector 22, en esta realización, comprende una tubería o tubo sustancialmente cilíndrico que está ubicado adyacente a un extremo inferior 26 de la cámara 17 y montado en las paredes laterales 27 de la cámara 17 a través de miembros de soporte 28 cerca de la parte superior del deflector 22. La cámara 17 tiene una sección cónica 17a y una sección cilíndrica 17b, estando la sección cónica conectada a la cámara de fluidización 13 y estando la sección cilíndrica conectada a la parte superior 5 del separador de partículas. Por tanto, la sección cilíndrica 17b forma un extremo de descarga del aparato de alimentación 4. La sección cónica 17a de la cámara 17 se extiende hacia abajo con paredes laterales 27 empinadas para garantizar que las partículas más densas se transporten fácilmente hacia abajo en lugar de adherirse a las paredes laterales.

La cámara de fluidización 13 puede observarse esencialmente como un cilindro de diámetro mucho más pequeño que interseca la sección cónica 17a de la cámara 17. El diámetro más pequeño ayuda a proporcionar una relación adecuada de altura de lecho fluidizado a diámetro, lo que facilita un movimiento más uniforme del material dentro de una zona de fluidización F formada dentro del separador de partículas. Con un diámetro más pequeño, se requiere menos agua de fluidización y, por consiguiente, menos boquillas de fluidización que instalar o mantener. Por tanto, el flujo de fluido total que se dirige al sobreflujo 9 del sistema es menor y, por tanto, es más fácil evitar que las partículas finas más densas alcancen el sobreflujo. Se prefiere que la relación de altura del lecho fluidizado (definida por la altura de la cámara de fluidización 13) a diámetro sea igual o superior a uno. También se prefiere que la longitud del deflector sea igual a la altura de la cámara de fluidización 13. Por consiguiente, se prefiere por tanto que la relación de la altura combinada de la cámara de fluidización 13 y el deflector 22 al diámetro sea superior a dos. También se prefiere que el espacio por encima del deflector 22 tenga la misma altura que la cámara de fluidización 13. Estas relaciones preferidas se ilustran en la Figura 1 (aunque la figura no está a escala), donde las alturas de la cámara de fluidización 13, el deflector 22 y el espacio por encima del deflector 22 son cada una iguales y se indican por la distancia H, mientras que el diámetro de la cámara de fluidización 13 se indica por la distancia D. Por tanto, la relación altura de lecho fluidizado a diámetro es  $H/D \geq 1$ , la relación de la altura combinada de la cámara de fluidización 13 y el deflector 22 al diámetro es  $2H/D \geq 2$  y la relación de la altura Z de todo el aparato de alimentación 4 al diámetro es  $3H/D \geq 3$ .

Al tener un diámetro más pequeño para la zona de fluidización, hay una serie de efectos beneficiosos en el transporte de material (siendo las partículas más densas) al flujo inferior 16 a través de la salida 15. En primer lugar, si el flujo de sólidos al flujo inferior 16 es relativamente pequeño en comparación con el flujo de la mezcla S de alimentación entrante, entonces es más fácil establecer un lecho de partículas de alta densidad en una zona más pequeña. Este efecto se aplica a la alimentación de arenas minerales de bajo ley, donde la tasa de los sólidos de flujo inferior será baja. Por tanto, seguiría habiendo un flujo neto 10 de agua de fluidización ascendente a través del lecho, proporcionando una desenlodadura de calidad. La desenlodadura también puede lograrse a un caudal de fluidización más bajo y, por consiguiente, es menos probable que los minerales pesados ultrafinos (siendo partículas más densas) se dirijan al sobreflujo 9. Cuando la mezcla de alimentación S requiere descargar una mayor proporción de material al flujo inferior 16, el diámetro de la zona de fluidización F cilíndrica se aumenta simplemente aumentando el diámetro de la cámara de fluidización 13. Por tanto, el diseño de la cámara de fluidización puede adaptarse a cualquier fin específico.

La mezcla de alimentación S entra en la cámara 17 por las entradas de alimentación 23 justo por encima del punto de intersección entre la sección cónica 17a y el cilindro de fluidización 13. En esta realización, la mezcla de alimentación S entra idealmente de manera tangencial a la pared lateral 27, generando un flujo giratorio 30, como se muestra mejor en la Figura 2. Este flujo giratorio 30 tiende a transportar las partículas más grandes y más densas hacia abajo y a lo largo de la pared hacia el extremo inferior 24. De esta forma, la energía de la mezcla de alimentación S entrante se usa para proporcionar parte de la energía requerida para soportar la suspensión de partículas en el separador 1 de partículas. En otras realizaciones, la mezcla de alimentación S entra tangencialmente a la pared lateral 27 en hasta cuatro ubicaciones, separadas por  $90^\circ$ , de una manera que ayude a generar el flujo giratorio 30 en una dirección, como se muestra mejor en la Figura 3. En otras realizaciones más, se usan puntos de entrada tangenciales adicionales para suministrar la alimentación. En realizaciones adicionales, los puntos de entrada tangenciales no están en el mismo plano horizontal, sino que pueden ubicarse a diferentes alturas de la cámara 17.

El deflector 22 está ubicado de modo que se forma un espacio 40 entre el deflector y el extremo inferior 24 de la cámara 17. Debido a la forma cilíndrica del deflector 22, el espacio 40 tiene una forma anular o de anillo entre el deflector 22 y la cámara de fluidización 13. Se apreciará que cuando el deflector 22 tenga una forma diferente, tal como una forma cónica o cónica inversa, el espacio 40 también tendrá una forma diferente. Las partículas más grandes y más densas que descienden del flujo giratorio 30 pasan a través del espacio 40 en la cámara de fluidización 13. El espacio 40 puede hacerse tan ancho como sea necesario para evitar posibles bloqueos. En general, el espacio 40 debe ser superior al tamaño de partícula más grande posible alimentado en el separador 1 de partículas, y preferentemente es superior a este tamaño por un factor de 3 o superior. Es decir, si el tamaño de partícula más grande se designa como  $\eta$ , el espacio 40 debería ser  $\geq 3 \times \eta$ . Asimismo, la protección de mayor tamaño se aplicaría normalmente a la mezcla de alimentación por delante del separador 1 de partículas. En algunas realizaciones, se inyecta agua o fluido adicional en las inmediaciones si se anticipa el bloqueo del espacio 40. Los miembros de soporte horizontales 28 también podrían servir como conducto para suministrar agua de fluidización adicional, si se requiere. Esto significa que la relación eficaz de altura a diámetro es aún más favorable para la fluidización.

La ubicación del deflector 22 cilíndrico adyacente a la cámara de fluidización 13 significa que el deflector 22 prolonga efectivamente la altura de la zona de fluidización F cilíndrica en la cámara de fluidización 13, ya que el flujo de fluidización 10 fluye hacia arriba pasado la zona de fluidización F en y a través de la zona interior 21 del deflector 22. Esta extensión de la zona de fluidización F en la zona interior 21 es parcialmente facilitada por el deflector 22 que tiene un diámetro interno sustancialmente similar o igual al diámetro de la cámara de fluidización 13. En algunas realizaciones, el diámetro interior del deflector 22 no tiene que ser igual al diámetro de la cámara de fluidización 13. Por ejemplo, el deflector 22 puede tener una configuración cónica, donde su diámetro interno es inicialmente igual o casi igual al diámetro de la cámara de fluidización 13 y luego aumenta progresivamente de diámetro. De forma similar, el deflector 22 puede tener una configuración cónica inversa, donde su diámetro interno es inicialmente igual o casi

igual al diámetro de la cámara de fluidización 13 y luego disminuye progresivamente de diámetro. Por último, el deflector puede tener un diámetro interno más pequeño y/o más grande en relación con el diámetro de la cámara de fluidización 13. Sin embargo, generalmente se prefiere que el diámetro interno del deflector 22 sea sustancialmente similar o igual al diámetro de la cámara de fluidización 13.

5 El deflector 22 cilíndrico también es como un pozo de alimentación sumergido, que ayuda con la distribución de la gran mayoría de la mezcla de alimentación S entrante externamente del deflector, desviando la mezcla S hacia arriba y lejos de las proximidades de la zona de fluidización 13 cilíndrica. Claramente, las partículas relativamente grandes o de alta densidad tendrán una tendencia a deslizarse o fluir hacia abajo a lo largo de la pared lateral 27 a través del espacio 40 entre el deflector 22 cilíndrico y la zona de fluidización F cilíndrica. Este movimiento evita posibles bloqueos y es una situación ideal, dado que es más probable que este material tenga una tendencia a unirse al flujo inferior 16.

15 Una vez ubicadas dentro de la cámara de fluidización 13, sin embargo, estas partículas serían procesadas ya sea hacia abajo hasta el flujo inferior 16 o desplazadas hacia arriba y fuera de la zona de fluidización F, dependiendo de la hidrodinámica del sistema. El flujo volumétrico de este material compuesto por partículas más grandes y más densas sería minúsculo en comparación con el del flujo de la mezcla de alimentación S general. En consecuencia, este material no afectaría negativamente el estado uniforme de fluidización en la cámara de fluidización 13.

20 Por tanto, en funcionamiento, la gran mayoría de la mezcla de alimentación S total giraría junto con el del flujo giratorio 30 en la cámara 17 alrededor de la pared exterior del deflector 22 cilíndrico mientras tiende a fluir hacia arriba. El flujo de fluidización de la zona interior 21 del deflector 22 se combina con la mezcla S de la zona exterior 20, preferentemente en una zona de mezclado 42. En esta realización, la zona de mezclado 42 está ubicada en una región superior o de extremo del extremo de la cámara 17 adyacente a la sección cilíndrica 17b correspondiente a la descarga. La energía de la mezcla de alimentación S entrante ayuda a trasladar y, lo que es más importante, a soportar gran parte del material de mezcla suspendido por encima en la sección cónica 17a. Por consiguiente, habrá muy poca o ninguna tendencia a que el material de mezcla se sedimente y se adhiera a la pared lateral 27 de la sección cónica 17a. Consecuentemente, no es necesario proporcionar agua de fluidización separada en la cámara 17 para suspender la mezcla S a esta distancia radial del centro del separador 1 de partículas. Sin embargo, puede usarse un nivel limitado de inyección de agua para ayudar con la escasa posibilidad de un bloqueo. La energía de la mezcla de alimentación S y su flujo volumétrico se utiliza, por tanto, con el fin de soportar la suspensión en la zona exterior 20 en la sección cónica 17a.

35 En última instancia, el flujo de la mezcla de alimentación se dirige hacia arriba a través de la sección cónica 17 y luego la sección cilíndrica 17b de la cámara 17 hacia el sistema de canales inclinados 3, especialmente en el área radial exterior del separador 1, proporcionando soporte mejor y más uniforme a través de todos los canales inclinados. Este efecto beneficioso como resultado de esta realización de la invención contrasta con el modo habitual de operar un clasificador de reflujo, con la alimentación entrando hacia abajo desde una ubicación justo debajo de los canales inclinados, siendo forzada a invertir la dirección por el flujo de fluidización, y luego desplazarse hacia arriba a través de los canales inclinados. En esta situación de un clasificador de reflujo convencional, el flujo ascendente a través de los canales inclinados está más concentrado en el centro y, por tanto, hay una distribución no uniforme del material en los canales inclinados. Por tanto, en la presente realización de la invención, hay un uso más eficiente de los canales inclinados y, por consiguiente, un uso más eficiente del separador 1 de partículas.

45 Otra ventaja de la configuración descrita es que, en algunas ocasiones, también ahorra espacio al suministrar la mezcla de alimentación S en la cámara 17 cerca del extremo inferior 26. Consecuentemente, la sección superior o parte 5 del separador 1 de partículas puede usarse para desplegar los canales inclinados 3 y la batea 8 de manera más eficiente, sin la necesidad de comprometer el diseño de la parte superior o sección 5.

50 De manera adicional, los sólidos (es decir, partículas más densas) que regresan de los canales inclinados 3 se moverán hacia abajo a lo largo de la pared lateral 27 hacia la cámara de fluidización 13. Esos sólidos ubicados por encima de la zona de fluidización F cilíndrica tienden a transportarse a la zona de fluidización F cilíndrica debido a que la velocidad de flujo ascendente es menor que en cualquier otro lugar. Esos sólidos fuera de la zona de fluidización F se remezclan con la mezcla de alimentación S, formándose en concentración. Esto significa que los sólidos que tienden a refluir dentro del separador 1 de partículas aumentarán su concentración a un nivel necesario para su transporte a la zona de fluidización F cilíndrica de la cámara de fluidización 13.

60 Se apreciará que existen muchas variaciones posibles que se pueden aplicar a este diseño, como se muestra en las Figuras 4 a 11, que no están a escala, pero pretenden tener la relación de altura a diámetro de lecho preferido de  $H/D \geq 1$ , la relación de la altura combinada de la cámara de fluidización 13 y el deflector 22 al diámetro de  $2H/D \geq 2$  y la relación de la altura de todo el aparato de alimentación 4 al diámetro de  $Z = 3H/D \geq 3$ . Por ejemplo, el deflector 22 cilíndrico podría reemplazarse por un deflector 45 de forma cónica (como se muestra mejor en las Figuras 4 y 7), un deflector 48 de forma cónica inversa (como se muestra mejor en la Figura 8) o un deflector 49 que es en parte cónico y en parte cilíndrico (como se muestra mejor en la Figura 6). En otro ejemplo, la cámara de fluidización 13 cilíndrica también podría reemplazarse por una cámara 50 de forma cónica (como se muestra mejor en la Figura 5), una cámara 65 52 de forma cónica (como se muestra mejor en la Figura 6). Otro ejemplo más cambia la cámara 55 del aparato de

alimentación de una forma troncocónica a una forma cónica pura (como se muestra mejor en la Figura 7), una forma cilíndrica 58 (como se muestra mejor en la Figura 4) o una forma cónica inversa 60 (como se muestra mejor en la Figura 6). En un ejemplo adicional, en todos los casos, las formas cónicas se reemplazan por pirámides invertidas rectilíneas o geometrías polédricas similares.

5 En la Figura 9, un dibujo esquemático simplificado ilustra una cámara 61 que tiene aberturas u orificios 62 en su superficie interior 63 para formar un lecho fluidizado a partir del fluido de fluidización en el área 64 entre la superficie interior 63 y una superficie exterior 65 de una fuente de fluidización 66. Un conducto de descarga de flujo inferior en forma de tubería 67 está provisto de una válvula de control 68. La válvula de control 68 está preferentemente unida para recibir señales de dos transductores de presión (no mostrados). Si la densidad de suspensión medida supera un punto o valor establecido, la válvula de control 68 se abre, mientras que por debajo o en el punto establecido, la válvula de control 68 se cierra. De esta forma, las partículas más densas y/o de mayor tamaño se eliminan fácil y convenientemente del aparato 4. Las Figuras 10 y 11 ilustran dos formas del aparato de la Figura 9. La Figura 10 ilustra la cámara 61 en una vista superior o en planta donde la cámara tiene una forma cónica de modo que las aberturas 62 se forman en la superficie interior 63 del cono. La Figura 11 ilustra la cámara 61 en una vista superior o en planta donde la cámara tiene una forma piramidal invertida de modo que las aberturas 62 se forman en la superficie interior 63 de la pirámide invertida definida por cuatro placas 69 parcialmente triangulares inclinadas conectadas.

20 Una ventaja de una cámara de fluidización 50, 52 cónica (y, por consiguiente, de una zona de fluidización de forma cónica) es que la velocidad de fluidización eficaz es más alta en la base permitiendo que las partículas más gruesas queden suspendidas, mientras se proporcionan velocidades de fluidización más bajas a elevaciones más altas. Esto favorece que más de las partículas finas más densas alcancen el flujo inferior 16. También se puede lograr un efecto similar usando un deflector de forma cónica 45, 48, reduciendo las velocidades en la zona superior y proporcionando superficies inclinadas para soportar la sedimentación de las partículas hacia el flujo inferior. En cada una de estas variaciones de las formas de la cámara 17, deflector 22 y cámara de fluidización 13, el aparato de alimentación 4 seguirá funcionando sustancialmente de la misma manera que se describe en relación con las Figuras 1 y 2.

30 En algunas realizaciones, las entradas de alimentación 23 y los conductos 25 son modificadas para crear una disposición de alimentación similar a un ciclón, con mayores presiones de entrada de alimentación para lograr fuerzas centrífugas más potentes. En otras realizaciones, solo hay una entrada de alimentación 23. En otras realizaciones más, el(los) conducto(s) de alimentación 25 está(n) en ángulo con respecto a un eje central de la cámara 17 para producir un flujo giratorio dirigido hacia arriba, como se muestra mejor en las Figuras 4 y 8.

35 Con referencia a la Figura 12, se ilustra otra realización de la invención, pero no a escala, donde el separador de partículas está configurado como un gravitón o centrífuga 70 que tiene una pluralidad de brazos radiales 72 montados en un árbol 75 giratorio central. Un conjunto 76 está montado en el extremo de cada brazo radial y comprende los canales inclinados 3, la fuente de fluidización 2 y el aparato de alimentación 4. En la realización, el conjunto 76 puede incorporar ventajosamente la zona de fluidización F dentro de un espacio relativamente pequeño dentro del conjunto 76 debido a la disposición del aparato de alimentación 4, ya que la mayor parte del espacio está ocupado por el sistema de canales inclinados 3. El aparato de alimentación 4 en el gravitón 70 reduce en gran medida la cantidad de agua de fluidización W requerida, y también mejora la relación de altura a diámetro de la zona de fluidización F, produciendo así una zona de fluidización más uniforme y, por consiguiente, un desenlodadura de mejor calidad. La longitud total de la zona de fluidización F (incluida la zona interior 21 del deflector 22) que conduce hasta los canales inclinados 3 puede hacerse, por tanto, mucho más corta. Es más, el alto caudal de alimentación ayuda a impedir que los sólidos de alimentación se apelmacen en las superficies internas del gravitón 70 cerca de donde las fuerzas centrífugas 77 son más altas puesto que el caudal de fluidización reducido significa que las velocidades de fluidización (y, por consiguiente, las fuerzas centrífugas) son más bajas.

50 Con referencia a la Figura 13, se ilustra una realización adicional de la invención, pero no a escala, donde el separador de partículas está configurado como una celda 90 de flotación de reflujo inverso. En esta realización, la zona exterior 20 del deflector 22 se convierte en una zona de desacoplamiento 91 para permitir que las partículas más densas en forma de relaves fluyan hacia abajo hacia los canales inclinados 3, mientras se permite que la mezcla burbujeante, generada externamente, se eleve hacia arriba y en la zona interior 21 del deflector 22 y luego en la zona de fluidización F cilíndrica. De esta manera, las burbujas en la mezcla burbujeante están protegidas en la zona interior 21 de la turbulencia creada por el gran flujo de entrada de la mezcla de alimentación S a través de las entradas 23 en la zona exterior 20, reduciendo la tendencia de las partículas más grandes a desprenderse de las burbujas. El deflector 22 cilíndrico en algunas realizaciones puede extenderse aún más hacia o incluso estar cerca de los canales inclinados 3. Es más probable que esta disposición provoque que los canales inclinados 3 se inundan parcialmente, forzando la zona burbujeante en los canales inclinados 3. Esto da como resultado importantes beneficios, ya que produce una interfaz estable y autocontrolada entre la mezcla burbujeante y los relaves. De manera adicional, la relación de altura a diámetro más mejorada debería dar como resultado una fluidización descendente mucho mejor y, por consiguiente, una desenlodadura del sobreflujo 9 del producto.

65 Aunque la realización de la Figura 1 tiene la zona de mezclado 42 en un extremo superior de la cámara 17, cabe señalar que la zona de mezclado 42 no está en el extremo superior de la cámara en las realizaciones de las Figuras 12 y 13. Por el contrario, la zona de mezclado 42 está ubicada en el extremo de descarga de la cámara 17 adyacente

a los canales inclinados 3 (que está a un lado del gravitón 70 en la Figura 12 y en el medio de la celda 90 de flotación de reflujo inverso en la Figura 13).

5 La invención también se puede usar con otros tipos de separadores de partículas basados en flotación, tales como un clasificador de reflujo inverso. En el caso del clasificador de reflujo inverso, se logran los mismos beneficios técnicos de la celda de flotación de reflujo para el clasificador de reflujo inverso usando el aparato de alimentación de la realización de la Figura 12, ya que el clasificador de reflujo inverso se usa generalmente para procesar partículas menos densas que el fluido, separándolas de las partículas más densas.

10 Se apreciará además que cualquiera de las características en las realizaciones preferidas de la invención se pueden combinar entre sí y no se aplican necesariamente de forma aislada entre sí. Por ejemplo, la característica de un deflector con una forma cónica como se muestra en la Figura 4 puede usarse en el gravitón 70 de la Figura 9 o en la celda 90 de flotación inversa de la Figura 12. De forma similar, cualquiera de las configuraciones mostradas en las Figuras 5 a 8 también puede usarse en el gravitón 70 de la Figura 9 o en la celda 90 de flotación inversa de la Figura 12. Un experto en la materia puede llevar a cabo fácilmente combinaciones similares de dos o más características de las realizaciones descritas anteriormente o formas preferidas de la invención.

20 Al proporcionar un aparato de alimentación para la mezcla en el separador de partículas donde un deflector separa una cámara en dos zonas, la invención permite que la energía de la mezcla de alimentación entrante suspenda las partículas en el separador de partículas, reduciendo la demanda de fluido de fluidización adicional o un caudal de fluido de fluidización más alto, y asegura que se logre una distribución más uniforme de partículas a través de los canales inclinados. De forma adicional, la invención permite que una zona de fluidización sea más eficiente, reduciendo de nuevo la demanda de fluido de fluidización. Es más, el deflector también facilita ventajosamente el uso eficiente del fluido de fluidización para separar eficientemente partículas de baja densidad y/o de menor tamaño de la mezcla.

25 Todas estas ventajas de la invención dan como resultado un aparato de alimentación que es aplicable a una variedad de separadores de partículas, y da como resultado que el separador de partículas funcione de manera más eficiente en la separación de las partículas de baja densidad y/o de menor tamaño de la mezcla, usando energía de manera más eficiente y consumiendo menos agua/fluido para la fluidización, mientras permite más agua y sólidos en la alimentación. De manera adicional, la invención puede ser potencialmente readaptada a los separadores de partículas existentes. En todos estos aspectos, la invención representa una mejora práctica y comercialmente significativa con respecto a la técnica anterior.

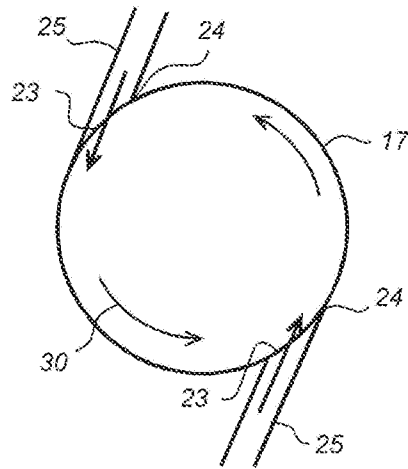
30 Aunque la invención se ha descrito con referencia a los ejemplos específicos, los expertos en la materia apreciarán que la invención puede realizarse de muchas otras formas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

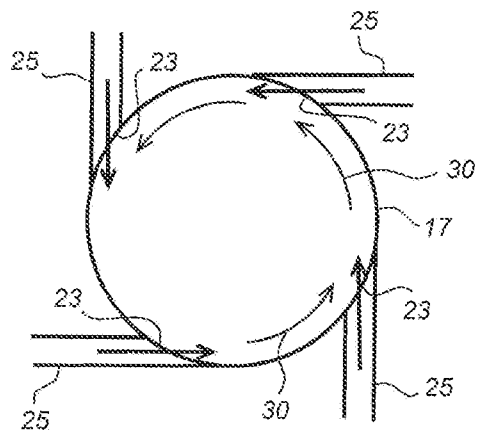
1. Un aparato (4) para alimentar una mezcla de alimentación (S) en un separador (1) de partículas, que comprende:
  - 5 una cámara (17) que tiene al menos un deflector (22) tubular en su interior para dividir la cámara en una primera zona (20) y en una segunda zona (21), siendo la segunda zona formada en el interior del deflector y siendo la primera zona formada entre el exterior del deflector y la cámara;
  - una fuente de fluidización (2) para alimentar un fluido de fluidización en una primera abertura del deflector (21); y
  - una entrada de alimentación (23) a la cámara (17) para alimentar la mezcla en la primera zona (20);
  - 10 **caracterizado por que** la primera abertura del deflector (22) está más cerca de la fuente de fluidización (2) y una segunda abertura del deflector (22) está más cerca de una parte del separador (1) de partículas que tiene canales inclinados (3) formados por una serie de placas inclinadas (7); y
  - el deflector (22) desvía la mezcla lejos de la segunda zona (21) y dirige el fluido de fluidización (10) de la fuente de fluidización a través de la primera abertura del deflector, la segunda zona y la segunda abertura del deflector para su combinación con la mezcla de la primera zona (20) en una zona de mezclado (42) proporcionada entre la segunda abertura del deflector (22) y la parte del separador (2) de partículas que tiene canales inclinados (3) formados por una serie de placas inclinadas (7).
- 20 2. El aparato de la reivindicación 1, en donde el deflector (22) tiene una forma sustancialmente troncocónica o cilíndrica.
3. El aparato de la reivindicación 1 o 2, en donde el deflector (22) está ubicado en el centro en un extremo de la cámara (17).
- 25 4. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde (a) el diámetro interno del deflector (22) aumenta gradualmente a partir de la abertura del deflector, (b) el diámetro interno del deflector (22) disminuye gradualmente a partir de la abertura del deflector o (c) el diámetro interno del deflector (22) es sustancialmente el mismo que el diámetro de la fuente de fluidización (2) a lo largo de su longitud, (d) la fuente de fluidización tiene un diámetro interno constante y la primera abertura del deflector tiene un diámetro interno que es sustancialmente el mismo que el diámetro interno constante de la fuente de fluidización o (e) la primera abertura del deflector (22) tiene un diámetro interno inicialmente igual o casi igual al diámetro interno de la cámara de fluidización (13) más cercana al deflector (22).
- 30 5. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la entrada de alimentación (23) está dispuesta para alimentar la mezcla (S) tangencialmente con respecto a una pared lateral (21) de la cámara (17) para inducir un flujo giratorio de la mezcla en la primera zona.
6. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde hay dos entradas de alimentación (21) ubicadas en lados opuestos (24) de una pared lateral (27) de la cámara (17), preferentemente cerca de la primera abertura del deflector (22) para alimentar la mezcla de alimentación en un punto por encima de la intersección entre la cámara (17) y la fuente de fluidización (2).
- 40 7. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cámara (17) tiene paredes laterales (27) que divergen de la entrada de alimentación (23) a la cámara, y preferentemente tiene una forma sustancialmente cilíndrica o troncocónica.
8. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el deflector (22) está ubicado adyacente a un extremo (26) de la cámara (17) para crear un espacio (40), preferentemente de forma anular, entre el deflector y el un extremo para permitir que las partículas más densas y/o de mayor tamaño fluyan a lo largo de al menos una pared lateral (27) de la cámara a través del espacio, y preferentemente en donde el espacio tiene una anchura  $\geq 3 \times \eta$ , donde  $\eta$  es el tamaño de partícula más grande en la mezcla de alimentación (S).
- 50 9. Un aparato (1) para separar partículas de baja densidad y/o de menor tamaño de las mezclas de alimentación, comprendiendo dicho aparato:
  - el aparato de alimentación (4) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7;
  - en donde la pluralidad de canales inclinados (3) están ubicados adyacentes a un primer extremo (42) de la cámara (17); y
  - 60 en donde la fuente de fluidización (2) está ubicada adyacente a un segundo extremo de la cámara (17).
10. El aparato de la reivindicación 9, en donde la fuente de fluidización (2) comprende una cámara de fluidización (13) que tiene un lecho fluidizado para crear un fluido de fluidización (10), estando el deflector (22) ubicado adyacente al segundo extremo (26) de la cámara para crear un espacio (40), preferentemente de forma anular, entre el deflector, el segundo extremo y la cámara de fluidización para permitir que las partículas más densas y/o de mayor tamaño fluyan a lo largo de al menos una pared lateral (27) de la cámara en la cámara de fluidización.
- 65

- 5 11. El aparato de la reivindicación 10, en donde (a) la relación de la altura (H) del lecho fluidizado al diámetro de la cámara de fluidización (D) es  $\geq 1$ ; (b) la relación de la altura combinada de la cámara de fluidización y el deflector al diámetro de la cámara de fluidización (D) es  $\geq 2$ ; (c) la relación de la altura del aparato (Z) al diámetro de la cámara de fluidización (D) es  $\geq 3$ ; (d) el espacio (40) tiene una anchura  $\geq 3 \times \eta$  donde  $\eta$  es el tamaño de partícula más grande de la mezcla de alimentación; o cualquier combinación de (a) a (d).
- 10 12. Un método para alimentar mezcla (S) en un separador (1) de partículas que tiene una fuente de fluidización (2), que comprende:
- 15 dividir una cámara (17) en una primera zona (20) y en una segunda zona (21) con un deflector (22) que tiene dos extremos abiertos, siendo la segunda zona formada en el interior del deflector y siendo la primera zona formada entre el exterior del deflector y la cámara;
- 20 alimentar la mezcla en la primera zona;
- desviar la mezcla lejos de la segunda zona; y
- caracterizado por** dirigir un fluido de fluidización (10) de la fuente de fluidización en un extremo abierto del deflector (22) y a través de la segunda zona y a través del otro extremo abierto del deflector para crear un flujo de fluidización que se combina con la mezcla de la primera zona (20) en una zona de mezclado (42) proporcionada entre el deflector (22) y una parte del separador (1) de partículas que tiene canales inclinados (3) formados por una serie de placas inclinadas (7).
- 25 13. El método de la reivindicación 12, que además comprende: (a) alimentar la mezcla tangencialmente con respecto a una pared lateral (27) de la cámara (17); (b) alimentar la mezcla para inducir un flujo giratorio de la mezcla en la primera zona (20); y/o (c) alimentar la mezcla en lados opuestos de una pared lateral (27) de la cámara (17), preferentemente cerca de la primera abertura del deflector (22) en un punto por encima de la intersección entre la cámara (17) y la fuente de fluidización (2).
- 30 14. El método de la reivindicación 12 o 13, en donde la segunda zona (21) está rodeada por la primera zona (20).
- 35 15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, que además comprende ubicar el deflector (22) adyacente a un extremo (26) de la cámara (17) para crear un espacio (40), preferentemente de forma anular, entre el deflector y el un extremo para permitir que las partículas más densas y/o de mayor tamaño fluyan a lo largo de al menos una pared lateral (27) de la cámara a través del espacio, preferentemente formando la cámara con paredes laterales (27) divergentes para dirigir el flujo de partículas más densas y/o de mayor tamaño en la cámara, o preferentemente proporcionando la primera abertura del deflector (22) con un diámetro interno inicialmente igual o casi igual al diámetro interno de la cámara de fluidización (13) más cercana al deflector (22).

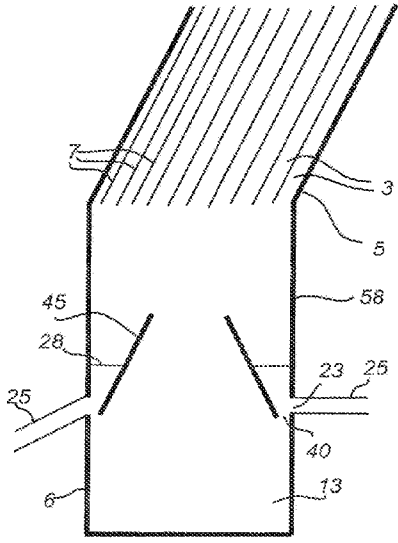




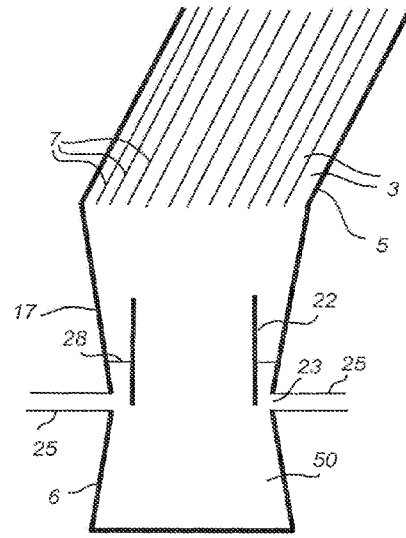
**Fig. 2**



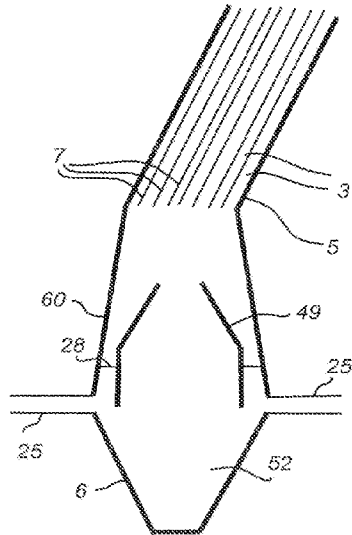
**Fig. 3**



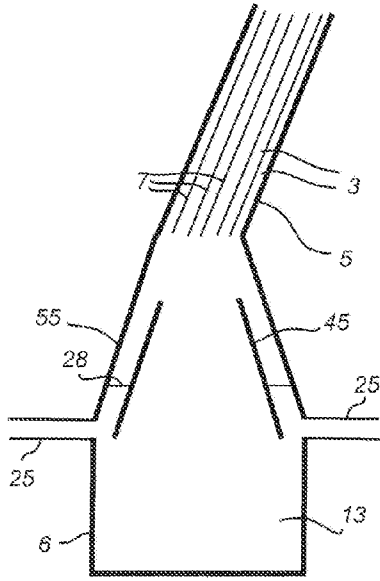
**Fig. 4**



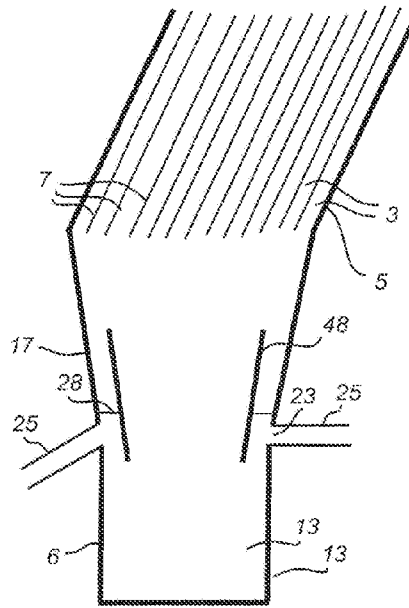
**Fig. 5**



**Fig. 6**

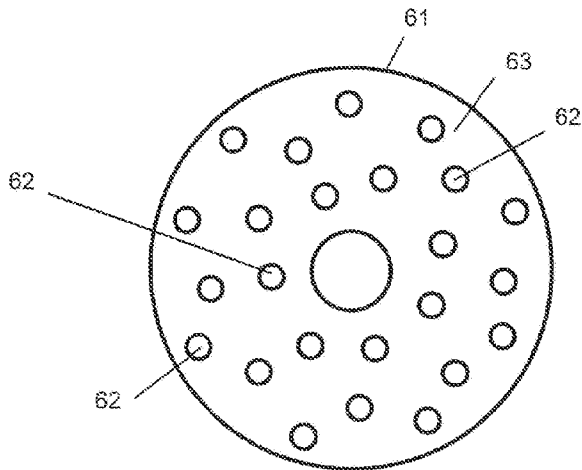
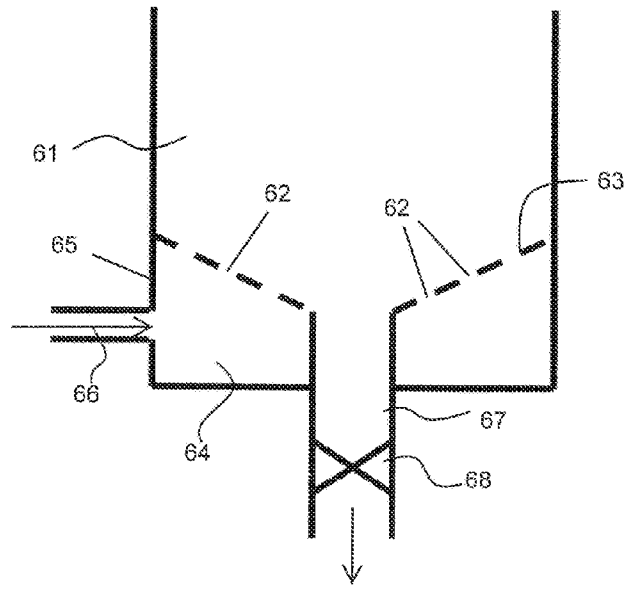


**Fig. 7**



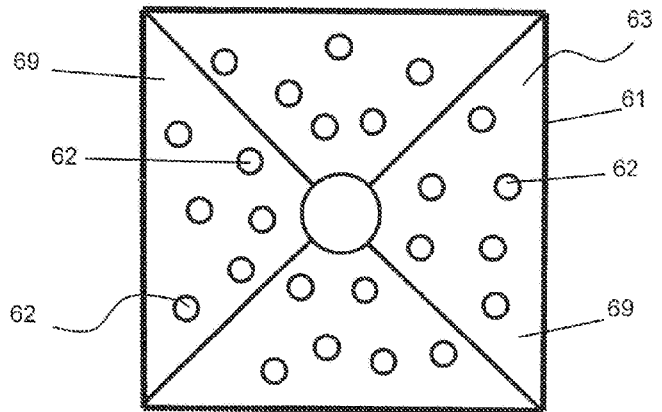
**Fig. 8**

**Fig. 9**

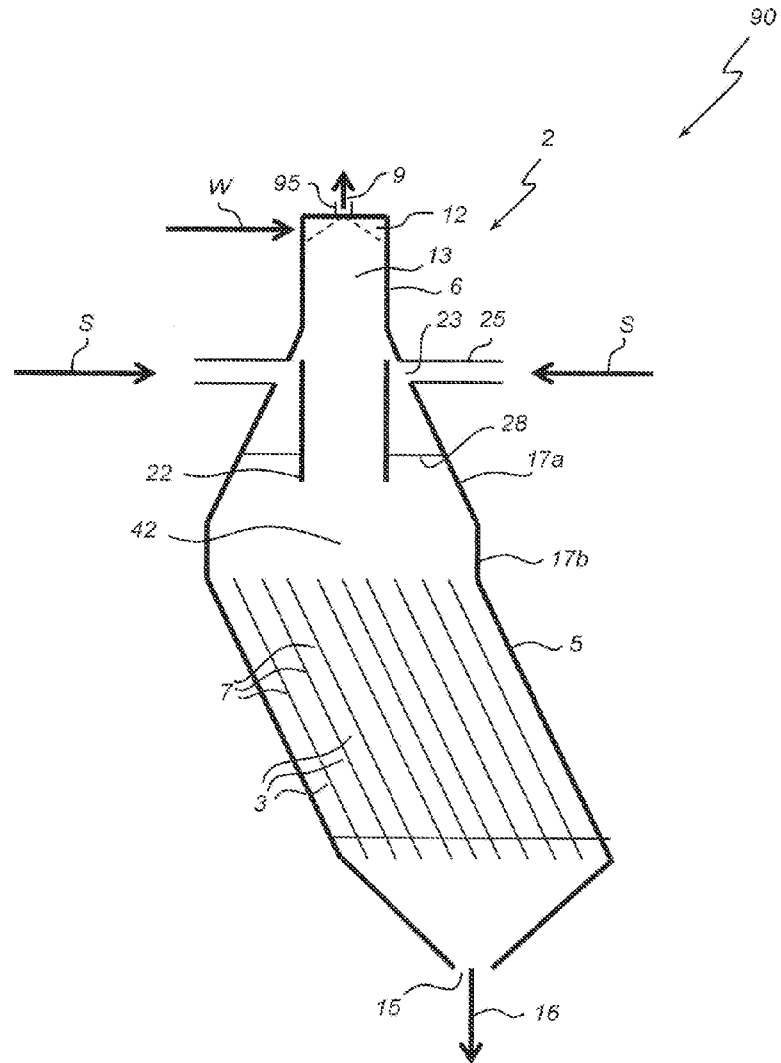


**Fig. 10**

**Fig. 11**







**Fig. 13**