

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 204**

51 Int. Cl.:

B01J 8/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2007 PCT/US2007/073054**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.01.2008 WO08011292**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2007 E 07799401 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 2040832**

54 Título: **Estructuras internas sin pantalla para reactores de flujo radial**

30 Prioridad:

19.07.2006 US 458402

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

15.04.2019

73 Titular/es:

**UOP LLC (100.0%)
Arthur E. Gooding 25 East Algonquin Road, P.O.
Box 5017
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US**

72 Inventor/es:

**GLOVER, BRYAN K.;
WOODLE, GUY B.;
ZIMMERMANN, JOSEPH E. y
SENETAR, JOHN J.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 709 204 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

Estructuras internas sin pantalla para reactores de flujo radial

5 Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere al campo del contacto de partículas de fluidos y a un aparato para contactar fluidos y partículas. Más específicamente, esta invención se refiere a un lecho móvil de partículas con un fluido de flujo cruzado.

10 Una amplia variedad de procesos utilizan reactores de flujo radial para proporcionar el contacto entre un fluido y un sólido. El sólido comprende normalmente un material catalítico sobre el que reacciona el fluido para formar un producto. Los procesos cubren un rango de procesos, que incluyen conversión de hidrocarburos, tratamiento de gas, y adsorción para separación.

15 Los reactores de flujo radial están contruidos de tal forma que el reactor tiene una estructura anular y que existen dispositivos anulares de distribución y de recogida. Los dispositivos para distribución y recogida incorporan algún tipo de superficie apantallada. La superficie apantallada está prevista para retener lechos de catalizadores en posición y para ayudar en la distribución de presión sobre la superficie del reactor para facilitar flujo radial a través del lecho del reactor. La pantalla puede ser una malla, o bien de alambre o de otro material, o una placa perforada. Para un lecho móvil, la pantalla o malla proporciona una barrera para prevenir la pérdida de partículas de catalizador sólido, permitiendo al mismo tiempo que el fluido fluya a través del lecho. Las partículas de catalizador sólido se añaden en la parte superior, y circulan a través del aparato y se retiran en la parte inferior, mientras pasan a través de un cerramiento apantallado que permite el flujo de fluido sobre el catalizador. La pantalla está construida preferentemente de un material no-reactivo, pero en realidad la pantalla está sometida a menudo a alguna reacción a través de corrosión, y surgen problemas con el tiempo partir de la pantalla o malla corroída.

20 Las pantallas o mallas utilizadas para retener partículas de catalizador dentro de un lecho están dimensionadas para tener aberturas suficientemente pequeña para que las partículas no puedan pasar a través de ellas. Un problema significativo es la corrosión de mallas o pantallas utilizadas para retener lechos de catalizadores en posición, o para la distribución de reactivos a través de un lecho de reactor. La corrosión puede taponar aberturas en una pantalla o malla, creando volúmenes muertos, donde no fluye fluido. La corrosión puede crear también aberturas mayores donde las partículas de catalizador puede fluir entonces fuera del lecho de catalizador con el fluido y se pueden perder en el proceso incrementando los costes. Esto produce pérdidas inaceptables de catalizador, e incrementa los costes debido a la necesidad de añadir catalizador de compensación adicional.

25 El diseño de reactores para solucionar estas limitaciones puede ahorrar significativamente tiempo de inactividad para reparaciones y pérdida de catalizador, que es una porción significativa del coste de procesamiento de hidrocarburos.

40 Sumario de la técnica

Una solución al problema anterior es diseñar un aparato de retención de catalizador, en el que se permite que el fluido fluya libremente a través del lecho de catalizador, mientras el catalizador se mantiene en un volumen de retención del catalizador. La invención es un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 para soportar un sólido granular. El aparato comprende una pared de separación de entrada que tiene aberturas para permitir el flujo de gas de entrada y una pared de separación de salida que tiene aberturas para permitir el flujo de gas de salida, donde las divisiones de entrada y de salida definen un volumen para retener un sólido granular. El aparato comprende, además, al menos una persiana de entrada, donde la persiana está posicionada sobre una abertura de entrada y se extiende en el volumen para retener el sólido. La persiana se extiende hacia abajo y cubre la abertura de entrada para prevenir el paso a través de la abertura de entrada. La persiana tiene un borde superior y un borde inferior, y la abertura de entrada tiene un borde superior y un borde inferior, donde el borde superior de la persiana está fijado a la pared de separación de entrada en una posición donde el borde superior está al menos tan alto como el borde superior de la abertura de entrada y el borde inferior de la persiana se extiende dentro del volumen para retener el sólido y está al menos tan bajo como el borde inferior de la abertura de entrada. La persiana se extiende hacia fuera desde la pared de separación de entrada en un ángulo entre 1 grado y 85 grados.

Otros objetos, ventajas y aplicaciones de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de los siguientes dibujos y descripción detallada.

60 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un dibujo de una porción de una pared de separación interna para el aparato.

La figura 2 es un dibujo de una persiana que incluye las extensiones.

La figura 3 es una vista de la sección vertical de un reactor de flujo radial con la pared de separación de entrada que incorpora la invención.

5 La figura 4 es una sección transversal vertical de una segunda forma de realización de un reactor de flujo radial con contenedor de catalizador.

10 La figura 5 es una forma de realización de una persiana en espiral alrededor de una pared de separación de entrada interna de un reactor de flujo radial.

La figura 6 muestra el uso de paletas de entrada en el aparato.

15 La figura 7 es un dibujo de una porción de una pared de separación de entrada para un aparato con las persianas extendidas hacia fuera y lejos del volumen de retención de partículas; y

La figura 8 es una sección transversal vertical del aparato, donde las persianas se extienden hacia fuera desde el volumen de retención de partículas.

20 Las figuras 7 y 8 no son de acuerdo con la invención reivindicada.

Descripción detallada de la invención

25 Existe un problema con reactores de flujo radial, donde un catalizador fluye hacia abajo de una región anular, y la región anular se define por una pared de separación apantallada interior y una pared de separación apantallada exterior, que define el lecho de catalizador, o un volumen de retención de partículas para retener un sólido granular. Un fluido, normalmente un gas, fluye a través de las divisiones y el lecho de catalizador, reaccionando con el catalizador para producir un producto fluido, también normalmente un gas. El reactor retiene el catalizado con pantallas, a través de las cuales fluye el gas. Las divisiones apantalladas necesitan agujeros suficientemente
30 pequeños para prevenir el paso de partículas de catalizador, pero los agujeros están sujetos a obstrucción y a la creación de espacios muertos donde el gas no fluye, así como las divisiones están sujetas a erosión y corrosión, creando agujeros que permite que se derrame el catalizador.

35 El aparato puede ser también un dispositivo de absorción para absorber un constituyente desde el fluido que fluye sobre un adsorbente sólido granular. Éste incluye un aparato en el que se carga el adsorbente y ni fluye a través del dispositivo de adsorción, sino que se retiene en posición por las divisiones de entrada y de salida, mientras el fluido fluye sobre el adsorbente granular. El aparato de la presente invención está orientado para flujo hacia abajo o en la dirección de la gravedad de un sólido a través del aparato con el flujo cruzado de un gas y de acuerdo con ello el uso de los términos hacia abajo y hacia arriba están en referencia a direcciones con relación a la dirección de la
40 gravedad.

45 El reequipamiento de reactores de flujo radial existentes es proporcionado por un método de mejora de los reactores utilizando una pared de separación de entrada sin pantalla. Una sección de la pared de separación de entrada se muestra en la figura 1, donde la invención se describe con relación a la pared de separación de entrada 10 con una de las aberturas 20, y una persiana 30 que cubre la abertura 20. La persiana 30 tiene una longitud L y se extiende dentro del área de retención de partículas en un ángulo θ , designado por el número 40. La persiana 30 se proyecta en el área de retención de partículas a una distancia de $L \cdot \sin(\theta)$, y se extiende hacia abajo a lo largo de la dirección de la pared de separación de entrada hasta una distancia $L \cdot \cos(\theta)$. Las aberturas tienen un borde inferior 110, y las persianas tienen un borde inferior 70, donde el borde inferior de la persiana 70 se extiende hasta al menos el borde inferior de la abertura 110, junto con la pared de separación de entrada.

55 Durante el proceso de llenado del reactor, el sólido llena el espacio de retención de partículas y algunos de los sólidos fluyen dentro del volumen hueco creado entre la pared de separación de entrada 10 y las persianas 30. El relleno de este volumen puede crear una pérdida de catalizador si se deja que el catalizador fluya a través de la abertura de entrada 20. La prevención de pérdidas de catalizador da como resultado ahorros, ya que el catalizador es uno de los costes más significativos en la refinería de petróleo. El derrame de catalizador a través de la abertura 20 se evita si el borde inferior de la abertura está a una altura por encima del borde inferior de la persiana por una distancia determinada por el ángulo de reposo, ϕ , del catalizador granular. El ángulo de reposo, designado el número 50, es una propiedad de sólidos en partículas. Cuando se vierten partículas a granel sobre una superficie horizontal, se formará una pila cónica, y el ángulo entre el borde de la pila y la superficie horizontal se conoce como el ángulo de reposo. El ángulo está relacionado con propiedades físicas del material, tales como tamaño y forma, densidad de las partículas, y el coeficiente de fricción de las partículas.

Con preferencia, la distancia, o altura, del borde inferior de la abertura por encima del borde inferior de la persiana

se determina de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$d = L * \sin(\theta) * \tan(\phi)$$

- 5 en la que L es la longitud de la persiana, θ es el ángulo de la persiana que se extiende hacia fuera desde la pared de separación de entrada, y ϕ es el ángulo de reposo para el sólido granular. La longitud de la persiana, L, es la longitud desde el borde superior 60 de la persiana fijada a la pared de separación de entrada 10 que se extiende hasta el borde inferior 70 de la persiana que se extiende dentro del volumen de retención de partículas.
- 10 El ángulo θ , tiene entre 10 y 50 grados desde la vertical y con preferencia está entre 15 y 35 grados, con un ángulo más preferido entre 15 y 25 grados. El ángulo de la persiana se selecciona con preferencia para proporcionar la misma o mayor área entre el gas de entrada y la superficie del lecho de sólido granular expuesto debajo de la persiana, como el área de la superficie de una abertura apantallada.
- 15 El ángulo θ de las persianas 30 se selecciona para minimizar la retención del sólido granular a medida que el sólido fluye a través del aparato. Se ha encontrado que la persiana más alta tiene con preferencia un ángulo más empinado que las persianas sucesivas en el aparato. La persiana más alta debería estar orientada con preferencia en un ángulo desde la vertical entre 1 grado y 20 grados.
- 20 Las aberturas 20 pueden ser agujeros redondos, o pueden ser ranuras que tienen una orientación generalmente horizontal, o cualquier tamaño u orificio configurado que ajuste debajo de la persiana obligada a tener el borde inferior de la abertura 110 por encima del borde inferior de la persiana a una distancia que se determina por la ecuación 1. Para el caso de una abertura con un borde inferior no recto, la referencia del borde inferior es el punto más bajo a lo largo del borde inferior de la abertura.
- 25 En una forma de realización, las persianas 30 extienden la anchura de la pared de separación de entrada 10, o en el caso de un reactor radial, las persianas 30 rodean la pared de separación de entrada 10, o forman un anillo que está fijado a la pared de separación de entrada cilíndrica 10 y cada persiana 30 cubre una pluralidad de aberturas 20. Para persianas largas, las aberturas 20 pueden ser ranuras alargadas que tienen una orientación generalmente horizontal.
- 30 En otra forma de realización, las persianas 30 no extienden la anchura de la pared de separación de entrada, sino que se extienden sobre las aberturas y, además, incluyen extensiones, como se muestra en la figura 2. Las persianas tienen bordes laterales 80, y las extensiones 90 se extienden desde los bordes laterales 80 de las persianas 30 hasta la pared de separación de entrada 10, formando efectivamente un velo sobre la abertura 20.
- 35 En un reactor de flujo radial, el reactor comprende una superficie interior y una superficie exterior con el catalizador dispuesto entre la superficie interior y la superficie exterior formando una estructura cilíndrica. Dependiendo de las características de flujo deseadas, la superficie interior puede ser la pared de separación de entrada, con la superficie exterior como la pared de separación de salida. En una alternativa, la superficie exterior puede ser la pared de separación de entrada y la superficie interior puede ser la pared de separación de salida. Las características que dictarían la elección incluyen, pero no están limitadas al caudal de flujo del fluido, incluyendo si el fluido se expande o se contrae debido al incremento o reducción del número de moles de productos químicos dentro del fluido, así como los cambios de temperatura en el fluido. Una sección transversal vertical de un reactor de flujo radial se muestra en la figura 3, donde la superficie exterior es la pared de separación de entrada 10 y la superficie interior es la pared de separación de salida 100. El gas fluye a través de la pared de separación de entrada 10 a medida que el catalizador fluye hacia abajo del reactor al volumen de retención de partículas. Las persianas 30 se extienden en el volumen de retención de partículas, con el borde inferior 70 de las persianas extendiéndose por debajo del borde inferior 110 de una abertura de entrada. La pared de separación de salida 100 puede ser apantallada para retener partículas de catalizador con las pantallas que tienen agujeros dimensionados para prevenir el paso de partículas granulares sólidas desde el volumen de retención de partículas, o pueden tener un sistema de persianas sin pantalla similar a la pared de separación de entrada 10, como se ha descrito anteriormente y se muestra en la figura 4, donde la pared de separación de salida 100 tiene aberturas 120 definidas allí, y donde las aberturas 120 están cubiertas por persianas 130 que se extienden en una dirección descendente dentro del volumen de retención de partículas. En una variación, la pared de separación de salida se puede realizar totalmente por una pantalla con los agujeros de pantalla dimensionados suficientemente pequeños para prevenir el paso de catalizador. Las persianas de salida 130 tienen un borde inferior 140 y un borde superior 150, donde el borde superior 150 está fijado a la pared de separación de salida 100 por encima de una abertura de salida cubierta 120. El borde inferior 140 de las persianas de salida se extiende hasta una distancia por debajo del borde más bajo de la abertura de salida por la distancia d como se define anteriormente, donde la persiana 130 se extiende en un ángulo, θ , desde la vertical y el sólido granular tiene un ángulo de reposo ϕ . El ángulo de las persianas de salida 130 está entre 10 grados y 50 grados, siendo preferido un ángulo entre 15 grados y 35 grados. El ángulo de la persiana de salida 130 más alta puede estar entre 1 grado y 20 grados.
- 60

Para reactores que tienen caudales de flujo transversal altos, el borde de la persiana de salida se extiende con preferencia hasta una distancia por debajo del borde inferior de la abertura de pared de separación de salida mayor que la distancia que el borde inferior de la persiana inferior se extiende por debajo del borde inferior de la abertura de pared de separación de entrada.

5 Aunque la forma de realización preferida es para un reactor de flujo radial, la invención es aplicable también a un reactor, o dispositivo de adsorción, donde la pared de separación de entrada y la pared de separación de salida son estructuras planas sustancialmente paralelas.

10 La presente invención proporciona muchos diseños posibles. Una de tales formas de realización es un reactor de flujo radial con la pared de separación de entrada sobre el lado interior del reactor. La pared de separación de entrada 10 forma una estructura sustancialmente cilíndrica y las persianas 30 están dispuestas en una disposición en espiral alrededor de la pared de separación de entrada sobre el lado del volumen de retención de partículas de la pared de separación de entrada. Las persianas están fijadas a la pared de separación interior 10 y se enrollan en
15 en espiral alrededor de la pared de separación de entrada 10, donde el ángulo de inclinación 140 está entre 0,5 grados y 10 grados, como se muestra en la figura 5. Una persiana 30 puede comprender un sólo arrollamiento alrededor de la pared de separación de entrada 10, o puede comprender múltiples arrollamientos, siendo el límite una sola persiana 30 enrollada alrededor de la pared de separación de entrada 10.

20 La presente invención proporciona también un ángulo variable, θ , de las persianas con respecto a la pared de separación de entrada 10. El ángulo que la persiana 30 forma con respecto a la pared de separación de entrada 10 puede variar, opcionalmente, con la posición a lo largo de la longitud de la pared de separación de entrada 10 del reactor. Se prefiere que el ángulo más alto sea mínimo proporcionando la pendiente más empinada de una persiana 30 sobre la pared de separación interior, teniendo las persianas 30 en posiciones inferiores unos ángulos mayores
25 con relación a la persiana 30 más alta. Los ángulos se pueden incrementar gradualmente, o se pueden incrementar una vez y permanecer en ese ángulo a lo largo de la pared de separación de entrada 10. Esto es válido también para el diseño que tiene una o más persianas en espiral, donde en el caso de una sola persiana en espiral 30, la persiana 30 tiene un ángulo inicial que es pequeño, y el ángulo de la persiana 30 se incrementa con cada arrollamiento de espiral alrededor de la pared de separación de entrada 10. El ángulo, θ , puede variar desde 1 grado
30 hasta 50 grados.

El aparato de la presente invención puede incluir, además, una entrada de fluido en la parte superior del reactor para facilitar el flujo descendente de partículas sólidas granulares en el volumen de retención de partículas.

35 Otra forma de realización de la invención incorpora paletas de entrada, como se muestra en la figura 6. Las paletas de entrada 150 están dispuestas sobre la pared de separación de entrada 10, sobre el lado del gas y fuera del lado del volumen de retención de partículas. Las paletas de entrada 150 tienen un borde superior 160 y un borde inferior 170, y se fijan a la pared de separación de entrada 10 con los bordes inferiores 170 de las aletas de entrada fijados debajo del borde inferior 110 de las aberturas sobre la pared de separación de entrada 10. El ángulo de las paletas
40 de entrada 150 con respecto a la pared de separación de entrada 10 está entre 10 grados y 50 grados. Las paletas de entrada 150 pueden tener una variedad de configuraciones, incluyendo, pero no limitadas a una forma de persiana y se puede extender a través de una pluralidad de aberturas de entrada, o una forma redondeada donde cada abertura de entrada tiene una paleta de entrada.

45 En una forma de realización alternativa, el aparato comprende una pared de separación de entrada 10 que tiene aberturas 20 definidas allí, y una pared de separación de salida 100 que tiene aberturas definidas allí, donde la pared de separación de entrada y de salida definen un volumen de retención de partículas entre las divisiones para retener un sólido granular, y donde cada abertura de entrada 20 tiene un borde superior 180 y un borde inferior 110. Una porción de la pared de separación de entrada 10 del aparato de esta forma de realización se muestra en la
50 figura 7. El aparato comprende, además, al menos una persiana de entrada 30, donde cada persiana tiene un borde superior 60 y un borde inferior 70. Cada abertura de entrada tiene una persiana 30 fijada a la pared de separación de entrada 10, donde el borde inferior de la persiana 70 se fija a la pared de separación de entrada 10 en el borde inferior 110 de la abertura de entrada 20, y se extiende hacia fuera desde el espacio de volumen de retención de partículas en un ángulo, θ , entre 1 grado y 85 grado, y el borde inferior de la persiana 60 se extiende hasta una
55 distancia, d , por encima del borde superior de la abertura 180 de acuerdo con la ecuación (1) anterior, donde L la longitud de la persiana, θ es el ángulo de la persiana que se extiende hacia fuera desde la pared de separación de entrada, y ϕ es el ángulo de reposo para el sólido granular.

60 En forma de realización alternativa, las aberturas tienen bordes laterales, y las persianas 30 tienen bordes laterales. Las persianas 30 incluyen una pareja de extensiones, donde las extensiones se fijan en los lados laterales de las persianas, y las extensiones cubren el espacio entre la pared de separación de la entrada y las persianas. Cada extensión está fijada en un borde lateral de la abertura para cerrar el intersticio lateral entre la persiana y la pared de separación de entrada. Las extensiones proporcionan otros medios para prevenir que el catalizados se derrame fuera del reactor.

Las persianas 30 se extienden preferiblemente fuera de la pared de separación de entrada 10 en un ángulo entre 10 grados y 50 grados con un ángulo preferido entre 15 grados y 35 grados. Para facilitar el flujo del sólido granular a través del aparato, se prefiere que la persiana superior 30 se extienda fuera de la pared de separación de entrada 10 en un ángulo entre 1 grado y 20 grados.

5 Como con la primera forma de realización, en esta forma de realización, la pared de separación de salida 100 puede comprender aberturas apantalladas, donde la pantalla tiene orificios suficientemente pequeños para prevenir el paso de las partículas granulares sólidas que fluyen a través del aparato. En una alternativa, el aparato puede comprender una pared de separación de entrada 10 y una pared de separación de salida 100, como se muestra en la figura 8, donde la pared de separación de entrada 10 comprende aberturas definidas allí, y tiene persianas 30 fijadas a la pared de separación de entrada 10 en el borde inferior de las aberturas de entrada, y donde la división de salida 100 comprende aberturas definidas allí y tiene persianas 130 fijadas a la pared de separación de salida 100 en el borde inferior de las aberturas de salida. En esta forma de realización, las persianas 30, 130 se extienden hacia fuera desde el volumen de retención de partículas.

15 La presente invención comprende diseños y posibilidades opcionales. Un diseño de este tipo, que es posible en esta invención es el uso de secciones configuradas cónicas o secciones configuradas como pirámides para cubrir las aberturas de entrada 20, donde las secciones cónicas están fijadas a la pared de separación de entrada 10 con el vértice de la sección cónica apuntando en la dirección ascendente, y el borde inferior de la sección cónica extendiéndose hasta una distancia por debajo del borde inferior de la abertura, como se ha descrito anteriormente, En el contexto de esta invención, ascendente es la dirección opuesta a la gravedad.

20 Opcionalmente, se pueden realizar modificaciones en las persianas con el fin de redirigir el flujo de gas y contribuir adicionalmente a la prevención del derrame de partículas sólidas a través de las aberturas en las divisiones. Tal modificación incluye la adición de deflectores. Los deflectores están fijados en el lado inferior de las persianas, y se proyectan sustancialmente perpendiculares desde las persianas dentro de la corriente de gas, pero por encima del borde inferior de las persianas. Preferiblemente, los deflectores están dispuestos sobre las persianas en una posición entre 10 % y 90 % de la longitud desde el borde superior de la persiana hasta el borde inferior de la persiana. Adicionalmente se pueden añadir deflectores a la pared de separación de entrada, donde los deflectores sobre la pared de separación de entrada están posicionados debajo de las persianas y debajo de las aberturas de entrada, pero por encima de la posición donde el sólido granular contacta con la pared de separación de entrada. Los deflectores pueden incluir, además, una pantalla posicionada por encima de la superficie del catalizador para redistribuir el flujo de gas al lecho de catalizador.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato para soportar un sólido granular en un sistema de flujo transversal que comprende:
 5 una porción de entrada (10), que tiene aberturas (20) definidas allí, donde cada abertura (20) tiene un borde inferior (110) y un borde superior;
 una pared de separación de salida (100) que tiene aberturas (120) definidas allí, donde cada abertura (120) tiene un borde inferior y un borde superior, y donde la pared de separación de entrada (10) y la pared de separación de salida (120) están espaciadas para definir un volumen de retención de partículas para retener un sólido granular;
 10 al menos una persiana interior (30), donde cada persiana (30) tiene un borde superior (60) y un borde inferior (70), y el borde superior (60) de la persiana está fijado a la pared de separación de entrada (10) en una posición por encima de la abertura de entrada (20) y se extiende en un espacio del volumen de retención de partículas en un ángulo, θ , entre 1 grado y 85 grados y el borde inferior (70) de la persiana se extiende hasta al menos el borde inferior (110) de la abertura de entrada (20);
 15 paletas de entrada (150), donde la pared de separación de entrada (10) tiene un lado de partículas y un lado de gas, y donde las paletas de entrada (150) tienen un borde superior (160) y un borde inferior (170), y donde los bordes inferiores (170) de las paletas de entrada están fijados a la pared de separación de entrada (10) sobre el lado de gas en los bordes inferiores (110) de la abertura de la pared de separación de entrada;
 donde la pared de separación de entrada (10) y la pared de separación de salida (100) son estructuras cilíndricas, y las persianas de entrada (30) se extienden alrededor de la circunferencia de la pared de separación de
 20 entrada (10); y
 donde al menos una persiana de entrada (30) comprende una persiana (30) configurada helicoidal que se enrolla alrededor de la pared de separación de entrada (10) y tiene un ángulo de declinación entre 0,5 grados y 10 grados.
- 25 2.- El aparato de la reivindicación 1, donde el borde inferior de la persiana (70) se extiende al menos una distancia d , por debajo del borde inferior de la abertura (110) de acuerdo con la fórmula
- $$d = L * \sin(\theta) * \tan(\phi)$$
- 30 en la que L es la longitud de la persiana, θ es el ángulo de la persiana (30) que se extiende hacia fuera desde la pared de separación de entrada (10), y ϕ es el ángulo de reposo para el sólido granular.
- 3.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, donde las persianas tienen bordes laterales (80), y el aparato comprende, además, una pareja de extensiones (90), donde cada extensión (90) está fijado a un borde de la persiana (80) y la
 35 pared de separación de entrada (10).
- 4.- El aparato de la reivindicación 1, donde el aparato es un reactor de flujo radial que tiene una superficie interior y una superficie exterior, y donde la pared de separación de entrada (10) define la superficie interior, y la pared de separación de salida (100) define la superficie exterior.
 40
- 5.- El aparato de la reivindicación 1, donde el aparato es un reactor de flujo radial que tiene una superficie interior y una superficie exterior, y donde la pared de separación de entrada (10) define la superficie exterior, y la pared de separación de salida (100) define la superficie interior.
- 45 6.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde las persianas de entrada (30) están dispuestas en un ángulo θ desde la vertical entre 10 grados y 50 grados.
- 7.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde las persianas de entrada superiores (30) están dispuestas en un ángulo desde la vertical entre 1 grados y 20 grados.
 50
- 8.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el aparato comprende, además, una persiana de salida (130), donde cada persiana tiene un borde superior (150) y un borde inferior (140), donde el borde superior (150) está fijado a la pared de separación de salida (100) por encima de una abertura de salida cubierta (120), donde la persiana de salida (130) se extiende en una dirección descendente en el volumen de retención de
 55 partículas en un ángulo entre 10 grados y 50 grados y donde el borde inferior (140) de la persiana de salida se extiende hasta una distancia por debajo del borde más bajo de la abertura de salida.

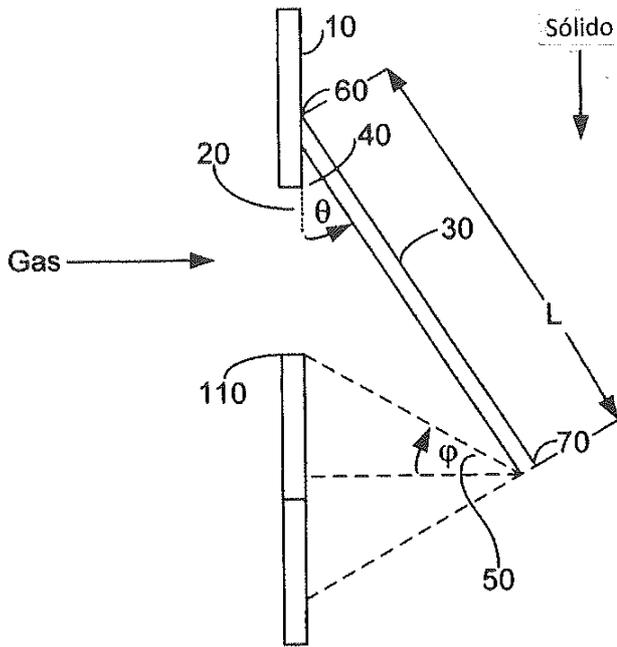


FIG. 1

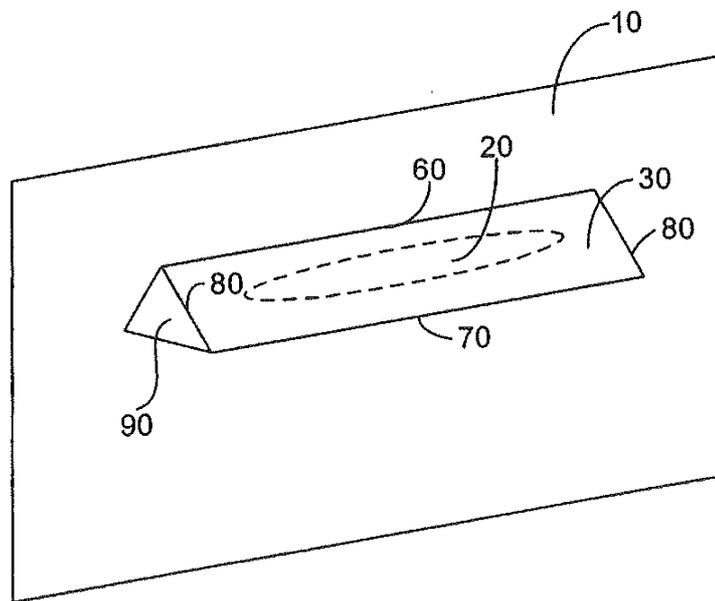


FIG. 2

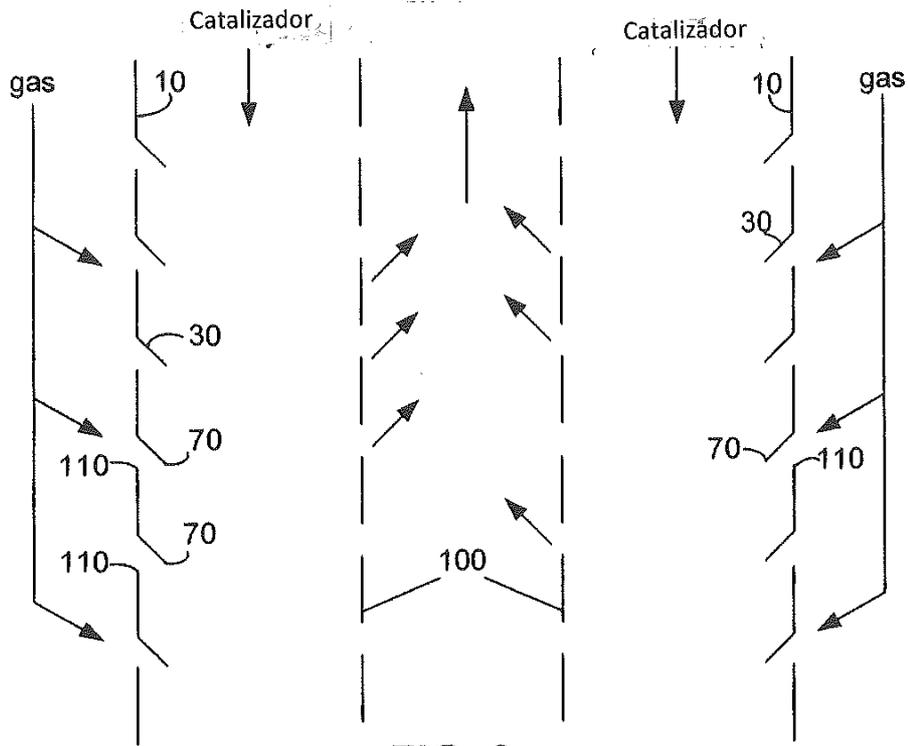


FIG. 3

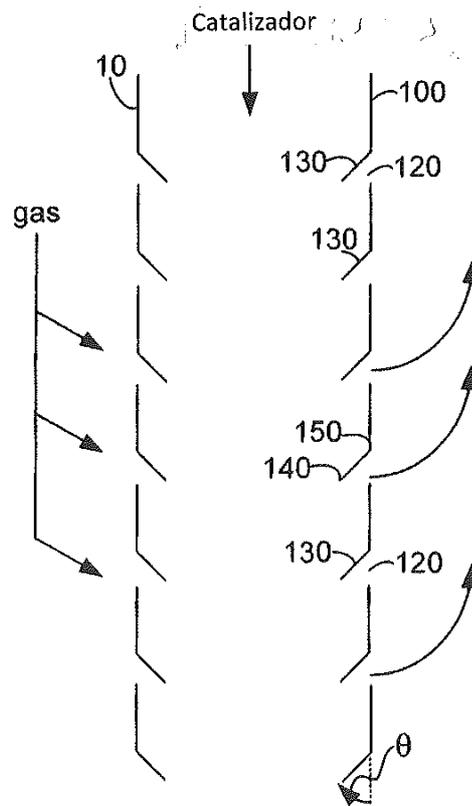


FIG. 4

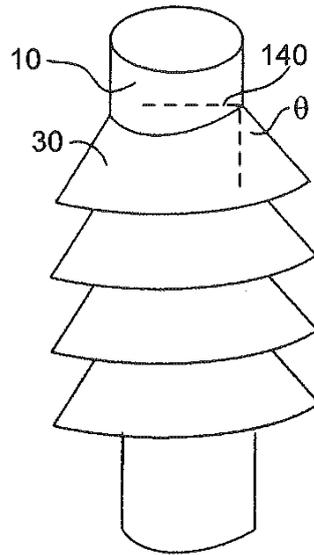


FIG. 5

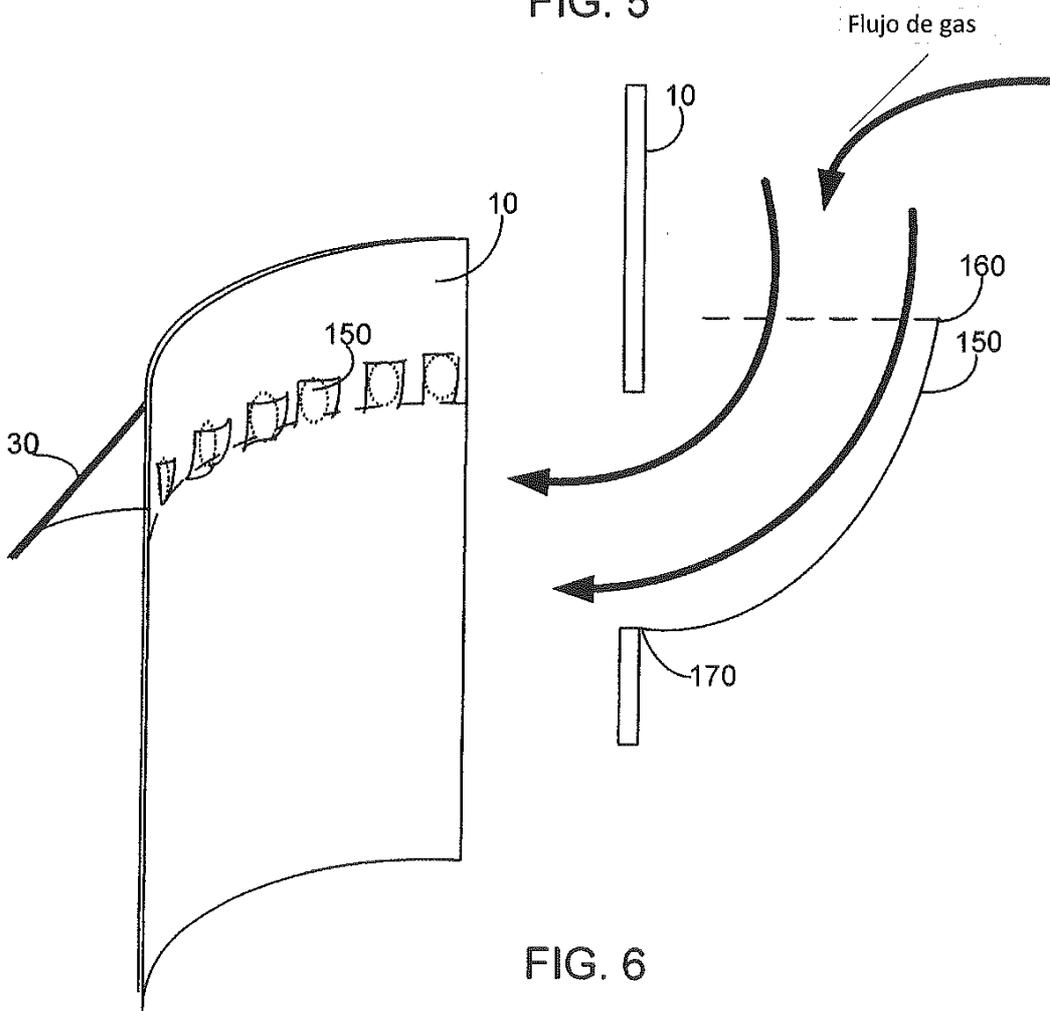


FIG. 6

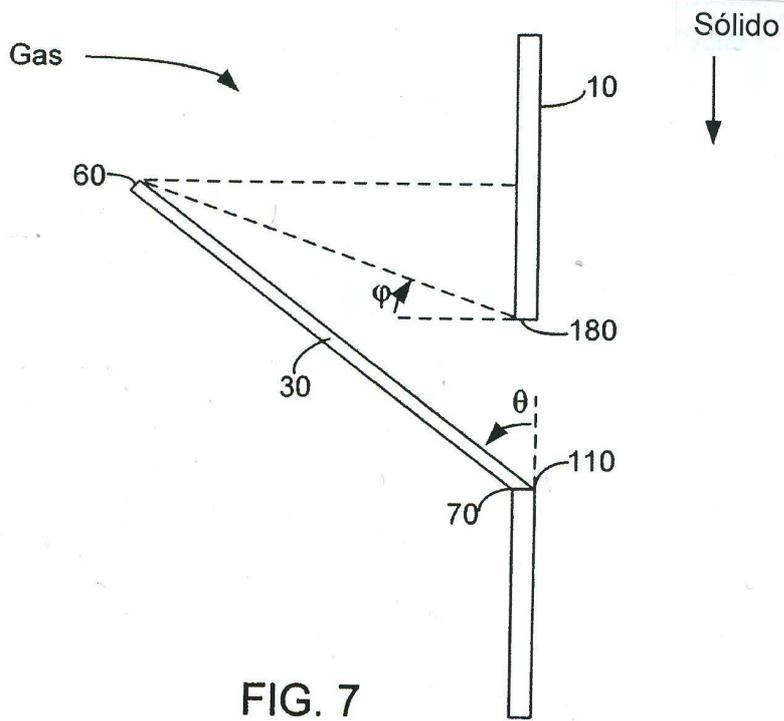


FIG. 7

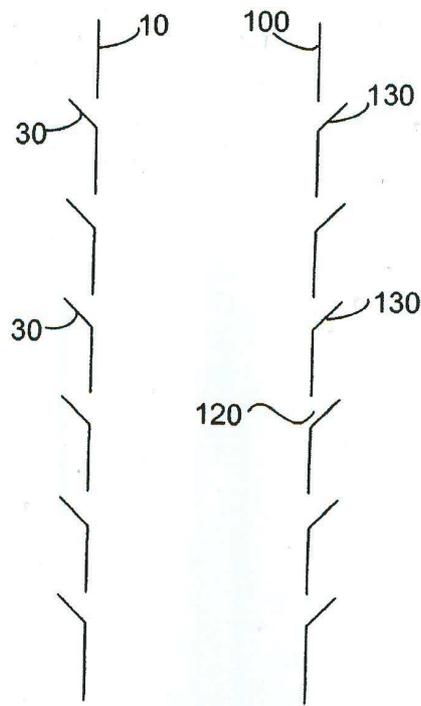


FIG. 8