

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 997**

51 Int. Cl.:

B07B 4/02 (2006.01)

B07B 9/00 (2006.01)

B02C 23/12 (2006.01)

B02C 23/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2013 PCT/AU2013/000212**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2013 WO13131135**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2013 E 13758224 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2822708**

54 Título: **Método y aparato para separar materia particulada**

30 Prioridad:

07.03.2012 AU 2012900889

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

02.10.2017

73 Titular/es:

**ELECTRICITY GENERATION AND RETAIL CORPORATION (100.0%)
Forrest Centre, 219 St Georges Terrace
Perth, WA 6000, AU**

72 Inventor/es:

**TRUCE, RODNEY;
KIDMAN, FRANCIS HUGH y
ZHU, JIAN NING**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 634 997 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

Método y aparato para separar materia particulada

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un aparato y a un método para separar materia particulada. En particular, la presente invención se refiere a un aparato y a un método tales, que son útiles para separar minerales basándose en la densidad.

10 En una realización preferida, pero no limitativa, la presente invención se refiere a procesos específicos para eliminar materia mineral de la materia de recirculación dentro de un molino triturador basándose en la densidad. Los procesos específicos incluyen una selección de partículas inicial basada en el tamaño usando un proceso de tamizado para seleccionar materia particulada que se ha triturado hasta un tamaño, en el que la composición es casi
15 homogénea. Entonces se usa un segundo proceso para separar el material de baja densidad del material de alta densidad. El material de baja densidad puede alimentarse de vuelta al molino, mientras que se elimina el componente de alta densidad o puede eliminarse el material de baja densidad, mientras que el componente de alta densidad se alimenta de vuelta al molino.

20 Descripción de la técnica anterior

Un aparato y un método para separar materia particulada se conocen, por ejemplo, por el documento US-A-4.408.723.

25 Un molino de husillo vertical típico [80] para su uso en la trituración de carbón, piedra caliza o algún otro material se muestra en la Figura 1. La materia prima se alimenta bajando por el centro del molino [81] a la sección de trituración [82] donde se machaca para dar partículas más pequeñas. Estas partículas se transportan normalmente mediante
30 aire [83] dentro del molino a un clasificador [84], en el que las partículas más grandes [86] se separan de las partículas finas [87] y se devuelven al proceso de trituración [82] para una trituración adicional. Esto da como resultado una carga de recirculación de partículas grandes que se llevan desde la sección de trituración [82] del molino a la sección de clasificación [84] y luego se devuelven a la sección de trituración [82]. La trituración se realiza normalmente mediante ruedas [85] o bolas en la parte inferior del molino y un gas, normalmente aire, se sopla [88] sobre la sección de trituración [82] para llevar el material triturado al clasificador [84], ubicado normalmente en la parte superior del molino. Las partículas más grandes rechazadas en el clasificador [84] se devuelven normalmente
35 a la sección de trituración inferior [82] por medio de un canal de descarga de rechazos [86]. Un ejemplo típico de un molino de husillo vertical se muestra en la Figura 1 y el proceso de recirculación de partículas grandes resultante se ilustra en la Figura 2. La Figura 3 muestra un detalle adicional de un molino de husillo vertical típico.

40 Este mismo proceso tiene lugar en un molino de bolas típico [100], ejemplos del cual se muestran en las Figuras 5 y 6. En un molino de bolas, la materia prima [81] se alimenta al interior del extremo de un tambor giratorio [90]. Grandes bolas [95] machacan la materia prima para dar partículas más pequeñas. Las partículas se transportan mediante aire [93] a un clasificador [94], en el que las partículas más grandes [96] se separan de las partículas finas [97] y se devuelven al proceso de trituración [82] para una trituración adicional. De nuevo en el molino de bolas, se sopla un gas [98] sobre la sección de trituración [82] para llevar el material triturado al clasificador [94], que en este
45 caso está ubicado por separado con respecto al triturador. Las partículas más grandes rechazadas en el clasificador [94] se devuelven a la sección de trituración [82] por medio de un canal de descarga de rechazos [96].

La materia prima sin procesar que se alimenta inicialmente al molino [81] estará compuesta normalmente de un conglomerado con diferentes impurezas minerales unidas entre sí mediante otro mineral primario. Ejemplos típicos
50 de esto son carbón y piedra caliza, en los que diversos componentes de impureza pueden contener minerales, tales como sílice (arena), piritas (hierro), calcio y/o alúmina (en el componente de arcilla), que están incrustados en el mineral primario en forma de partículas o pequeñas masas de las impurezas individuales. En el caso del carbón, la materia mineral primaria es carbono, mientras que en el caso de la piedra caliza la materia mineral primaria es carbonato de calcio. El proceso de molienda machaca la materia prima liberando cualquier partícula que forme los
55 conglomerados dentro del mineral primario. Por tanto, en el caso del carbón, además de las partículas de carbono se generarán partículas de arena, hierro y arcilla.

La separación de los componentes minerales puede realizarse basándose en diferentes propiedades físicas o químicas, por ejemplo la resistividad eléctrica o la solubilidad. En el caso del carbón, si se requiere separar el
60 carbono de los otros minerales de baja densidad, tales como alúmina, calcio o material de arcilla, puede usarse un separador electrostático para separar el carbono de baja resistividad del material de alúmina o calcio de alta resistividad. También se sabe que los separadores electrostáticos se usan en la industria de extracción de arena para separar los minerales valiosos que puedan añadirse al proceso de eliminación de minerales actual para aumentar el grado de separación del material o bien de baja o bien de alta densidad. La separación adicional
65 basándose en la solubilidad es otra opción para el procesamiento adicional del material de baja o de alta densidad.

El lavado del material extraído eliminará los componentes solubles, que pueden recuperarse posteriormente evaporando el agua, si se requiere.

5 Todos estos procesos de separación de la técnica anterior pretenden eliminar las impurezas o similares, de modo que se recupere de manera eficaz una concentración mejorada del mineral deseado.

Sumario de la invención

10 La presente invención pretende proporcionar un aparato de separación y un proceso para separar materia particulada mejorados, o al menos una alternativa a los conocidos.

La presente invención también pretende proporcionar un aparato de separación y un proceso de separación, que realicen la separación de mineral u otra materia particulada basándose en la densidad.

15 En una forma amplia, la presente invención proporciona un aparato de separación que separa materia particulada basándose en la densidad en un proceso de trituración o de molienda, incluyendo la materia particulada principalmente materia mineral de un tamaño de partícula sustancialmente homogéneo, incluyendo el aparato de separación:

20 una carcasa;

una entrada de materia particulada adaptada para permitir el acceso de la materia particulada en la carcasa;

25 caracterizado por que el aparato de separación comprende:

al menos un tamiz de separación por tamaños en la entrada de materia particulada;

30 una entrada de fluido, adaptada para permitir el acceso de un fluido en una parte inferior de la carcasa de modo que el fluido y la materia particulada forman juntos un lecho fluidizado;

una primera salida, adaptada para permitir la evacuación de materia particulada de una primera densidad predeterminada desde una parte inferior de la carcasa; y

35 una segunda salida, adaptada para permitir la evacuación de materia particulada de una segunda densidad predeterminada desde una parte superior de la carcasa, siendo la segunda densidad predeterminada menor que la primera densidad predeterminada.

Preferiblemente, dicha entrada de fluido está adaptada para permitir el acceso de dicha materia particulada en una parte inferior de dicha carcasa.

40 También preferiblemente, dicha carcasa está dividida en secciones.

También preferiblemente, dicha carcasa incluye al menos un tamiz de distribución adaptado para ayudar en la distribución de un fluido que fluye a través de dicho tamiz.

45 También preferiblemente, dicho aparato incluye una pluralidad de entradas de fluido.

También preferiblemente, dicha entrada de fluido está ubicada por debajo de una placa perforada que se extiende por la carcasa.

50 En una forma amplia adicional, la presente invención proporciona un dispositivo de separación de múltiples etapas para separar materia particulada, que incluye al menos dos de dichos aparatos de separación tal como se definió anteriormente en el presente documento, en el que dicha salida de un primer aparato de separación está adaptada para alimentar materia particulada a dicha entrada de materia particulada de un segundo aparato de separación.

55 Preferiblemente, un tamiz de separación por tamaños está ubicado entre dicha salida del primer dispositivo de separación y dicha entrada de materia particulada del segundo dispositivo de separación.

60 En una forma amplia adicional, la presente invención proporciona un método de separación de materia particulada que incluye principalmente materia mineral de un tamaño de partícula sustancialmente homogéneo en un dispositivo de trituración o de molienda que usa un aparato de separación, comprendiendo el método:

65 permitir el acceso de materia particulada de un tamaño de partícula sustancialmente homogéneo a través de una entrada de materia particulada de una carcasa de un aparato de separación;

caracterizado por:

permitir el acceso de la materia particulada a través de al menos un tamiz de separación por tamaños;

5 permitir el acceso de fluido en una parte inferior de la carcasa a través de una entrada de fluido de la carcasa de modo que el fluido y la materia particulada forman juntos un lecho fluidizado;

permitir la evacuación de materia particulada de una primera densidad predeterminada desde una parte inferior de la carcasa a través de una primera salida de la carcasa; y

10 permitir la evacuación de materia particulada de una segunda densidad predeterminada desde una parte superior de la carcasa a través de una segunda salida, siendo la segunda densidad predeterminada menor que la primera densidad predeterminada.

También preferiblemente, el dispositivo o aparato está instalado en un molino de husillo vertical.

15 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se entenderá de una manera más completa a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas pero no limitativas de la misma, descritas en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

20 la Figura 1 es una vista en sección de un molino de husillo vertical típico de la técnica anterior;

la Figura 2 es un molino de husillo vertical de la técnica anterior que representa el proceso de recirculación de partículas grandes;

25 la Figura 3 es un molino de husillo vertical de la técnica anterior;

la Figura 4 muestra la invención instalada en un molino de husillo vertical, que incluye la entrada de aire de fluidización y la salida de materia particulada;

30 la Figura 5 es un molino de bolas típico de la técnica anterior;

la Figura 6 es un molino de bolas típico de la técnica anterior que representa el flujo de diversas partículas;

35 la Figura 7 muestra la invención instalada en un molino de bolas;

la Figura 8 es una realización de dos etapas de la invención que incluye múltiples tamices de distribución, tamices de separación por tamaños por encima de la entrada de materia particulada y un tamiz de separación por tamaños entre las etapas;

40 la Figura 9 es una vista desde arriba de una realización de la invención dividida en secciones;

la Figura 10 es una realización de múltiples etapas que incluye múltiples suministros de aire, múltiples tamices de distribución y tamices de separación por tamaños por encima de la entrada de materia particulada así como entre las etapas; y,

50 la Figura 11 es una realización de una única etapa que incluye un caja de distribución de fluido y una placa perforada, múltiples tamices de distribución y tamices de separación por encima de la entrada de materia particulada.

Descripción detallada de la realización preferida

A lo largo de los dibujos, se usarán números de referencia parecidos para identificar características similares, excepto cuando se indique expresamente lo contrario.

55 La Figura 4 muestra una realización preferida de la invención instalada en un molino de husillo vertical [1] y la Figura 7 muestra una realización preferida instalada en un molino de bolas [110]. El aparato de separación [2] se muestra en detalle en la Figura 8. Incluye una carcasa [3], una entrada de materia particulada [4], una entrada de fluido [5] y una salida [6]. La carcasa [3] estará hecha normalmente de acero, pero puede ser de cualquier otro material o material compuesto adecuado. La materia particulada, normalmente pero sin limitarse a, carbón, piedra caliza u otros minerales, entra en el aparato [2] por medio de la entrada de materia particulada [4]. Un fluido, habitualmente aire, pero que puede ser cualquier otro fluido con propiedades apropiadas y no reacciona con la materia particulada, entra en el aparato [2] por medio de la entrada de fluido [5]. El fluido puede estar a presión y, como entenderán los expertos en la técnica, la presión óptima puede determinarse basándose en las densidades de la materia particulada, el volumen de la carcasa, el material objetivo a separar y otros factores, de modo que se produzca un mezclado o una fluidización apropiados entre la materia particulada y el fluido. La materia particulada de una

60

65

densidad predeterminada sale del aparato [2] por medio de la salida [6]. Por ejemplo, si el material primario es carbón, pueden recogerse partículas de alta densidad tales como sílice y piritas, mientras que las partículas de baja densidad, tales como carbono, salen del aparato.

5 En la realización preferida, la entrada de fluido [5] está ubicada de modo que entra fluido en una parte inferior de la carcasa de aparato [3]. Esto permite que el fluido fluya hacia arriba a través de la materia particulada, haciendo que se fluidice. Entonces el material de baja densidad puede desplazarse hacia la parte superior de la carcasa [3], mientras que el material de alta densidad se mueve hacia la parte inferior.

10 La salida [6] está ubicada de modo que sale materia particulada de una densidad predeterminada desde una parte superior de la carcasa de aparato [3]. Alternativamente, la salida [7] puede estar ubicada de modo que materia particulada de una densidad predeterminada salga desde una parte inferior de la carcasa de aparato [3]. Como en la realización mostrada, el aparato [2] puede incluir tanto una salida superior [6] como una salida inferior [7]. La Figura 4 muestra una realización con una salida superior [6] que permite que el material vuelva al proceso de trituración [82] y una salida inferior [7] que conecta con una tolva de rechazos de molino [31]. Este material puede eliminarse completamente del proceso de trituración o experimentar un procesamiento adicional.

20 La entrada de materia particulada [4] puede incluir al menos un tamiz de separación por tamaños [8]. En la realización mostrada también está presente un segundo tamiz de separación [9]. En el caso del carbón, el primer tamiz de separación [8] puede permitir que partículas por debajo de aproximadamente 10 mm pasen a través del mismo [41], permitiendo el segundo tamiz [9] que partículas por debajo de aproximadamente 3 mm pasen a través del mismo [42]. Estos son sólo valores típicos, determinándose los tamaños que deben separarse por la composición de material particular que está clasificándose. El material demasiado grande para el primer tamiz [43] o demasiado grande para el segundo tamiz [44] se devuelve normalmente al proceso de trituración [82].

25 La Figura 9 muestra una realización de un aparato de separación [2] que se ha dividido en secciones usando placas divisoras macizas [10] y placas divisoras perforadas [22]. La división en secciones del aparato de separación [2] usando placas divisoras macizas [10] mejora la eficacia limitando el volumen de material que se fluidiza. Cada sección tendrá una salida independiente [7] y el tamaño menor mejora la distribución de fluido e impide la acumulación de material de alta o baja densidad en los extremos del aparato.

30 La realización preferida también incluye tamices de burbujeo de lecho fluidizado, o tamices de distribución [11], que ayudan a distribuir el flujo de fluido a través de la carcasa [3]. Un flujo de fluido sistemático a través del aparato garantiza que la separación por densidad es más eficaz, ya que flujos mayores en áreas particulares provocarán que partículas de mayor densidad se lleven hasta la parte superior.

40 La Figura 10 muestra una realización con numerosas entradas de fluido [5]. Esta es otra característica que tiene como objetivo mejorar la distribución del fluido en la carcasa [3]. Otro método para conseguir un flujo bien distribuido se muestra en la Figura 11, en la que la entrada de fluido [5] está ubicada por debajo de una placa perforada [12], creando una caja de distribución de aire [21]. Esta placa perforada garantiza que el fluido entre en la sección de la carcasa [5] que contiene la materia particulada de la manera más uniforme posible. Esta placa también puede presentar una pendiente hacia una salida [7] para ayudar a eliminar el material de alta densidad.

45 La Figura 8 y la Figura 10 muestran realizaciones que incluyen dos etapas. En cada caso, la salida de materia particulada [6] de la primera etapa [14] se alimenta a la entrada de materia particulada [13] de la segunda etapa [15]. En estas realizaciones, un tamiz de separación [20] está ubicado entre la salida [6] de la primera etapa [14] y la entrada de materia particulada [13] de la segunda etapa [15]. Esto permite que las partículas de una baja densidad, pero todavía por encima de un determinado tamaño se devuelvan al proceso de trituración [82], mientras que sólo partículas de una baja densidad y por debajo de un cierto tamaño entren en la segunda etapa [15].

50 El proceso en la presente invención puede aplicarse a cualquier proceso de trituración en el que se trituren conglomerados de materia mineral de densidad variable y deban eliminarse impurezas o bien de una mayor densidad o bien de una menor densidad. Además de la industria energética, en la que se tritura el carbón, y la industria cementera, en la que se tritura la piedra caliza, hay muchas otras aplicaciones en la industria manufacturera y de procesamiento de minerales, en las que pueden eliminarse impurezas de alta densidad o baja densidad usando este proceso.

60 El proceso de trituración rompe el conglomerado liberando estas partículas de materia mineral no primaria, las impurezas a eliminar. El proceso de tamizado que puede formar parte de la presente invención está diseñado para evitar que las partículas por encima de un tamaño predeterminado entren en el separador por densidad, de modo que las partículas que entran en el separador por densidad se rompen mediante el proceso de trituración hasta que ya no son conglomerados de diferentes partículas de mineral unidas mediante el mineral primario. Las partículas por debajo de un tamaño predeterminado estarán compuestas principalmente por la materia mineral primaria o las diversas impurezas que pueden ser el objetivo para la eliminación. Por ejemplo, en el caso del carbón, los principales minerales que son el objetivo para la eliminación son sílice (arena) y piritas (hierro), que presentan una densidad mayor que la materia mineral primaria, carbono. El tamaño de las partículas a las que se les permite entrar

en el proceso de separación por densidad se determinará sometiendo a prueba la carga de partículas en circulación en el molino y asignando el tamaño de partícula por debajo del cual las impurezas objetivo se concentran en partículas individuales que contienen poco del mineral primario.

- 5 En la realización mostrada en la Figura 8, el proceso de separación física que limita el tamaño del material que entra en el separador por densidad es un proceso de dos etapas. La separación inicial usa un tamiz primario [8] que puede formarse a partir de una chapa de acero ranurada (ranuras de 5 mm a 10 mm) para separar las partículas grandes, que forman el componente principal del material de recirculación. Esto va seguido de un tamiz [9] que puede estar hecho a partir de elementos de alambre trapezoidal paralelos separados por de 1 mm a 3 mm en la
10 entrada [4] al separador por densidad [2] para impedir que todos excepto el tamaño de partícula objetivo predeterminado (normalmente entre 1 mm y 3 mm) entren en el separador por densidad [2].

El proceso de tamizado también puede incluir una gama de procesos de separación física que incluyen:

- 15 Tamices compuestos por elementos paralelos separados sobre los que fluye el material permitiendo de ese modo que las partículas más pequeñas caigan a través de los mismos, mientras que se impide que las partículas más grandes entren en el espacio por debajo mediante los elementos paralelos.

- 20 Tamices en forma de una criba que usan múltiples elementos transversales con una separación fija en forma de una malla o una placa maciza con múltiples orificios de un tamaño fijo para impedir que partículas más grandes que el tamaño del hueco o del orificio entren en el espacio más allá del tamiz.

- 25 El separador por densidad [3] puede ser un recipiente vertical, entrando las partículas pequeñas seleccionadas en la parte superior [4] y saliendo las partículas de alta densidad [7] desde la parte inferior, normalmente fuera del separador para su recogida o procesamiento adicional o alternativamente para su devolución al proceso de molienda. El separador por densidad [2] usa un gas, normalmente aire, para fluidizar las partículas y sacar las partículas de baja densidad [6] en la parte superior, normalmente a través del tamiz al canal de descarga de rechazos [17] o alternativamente fuera del separador para su recogida o procesamiento adicional. El gas de fluidización entra en el separador por densidad desde uno o más colectores de distribución [5] ubicados en la parte
30 inferior del recipiente vertical [3]. Dentro del separador por densidad [2] hay una serie de elementos de distribución de gas [11], normalmente tamices de malla horizontales, ubicados por encima del colector de entrada de gas [5] para garantizar que el gas de fluidización se distribuye de manera equitativa a través de la separación por densidad [3] y por todo el material contenido en la misma. Esto garantiza que todas las partículas pequeñas seleccionadas se vean afectadas por el gas de fluidización.

- 35 Por tanto, hay dos fuerzas primarias que actúan sobre las partículas en el separador por densidad [2], fuerzas gravitacionales, que son proporcionales a la masa, que actúan en sentido descendente, y fuerzas viscosas, que dependen del área superficial y el flujo ascendente del gas de fluidización, que actúa en sentido ascendente. Como resultado, las partículas de alta densidad con una alta relación de masa con respecto a área superficial seguirán su camino hacia la parte inferior del recipiente de separación por densidad [3], mientras que las de baja densidad, baja
40 relación de masa con respecto al área superficial, se moverán hacia arriba hacia la parte superior de las partículas fluidizadas. El grado de separación puede controlarse mediante el flujo de gas de fluidización, llevando un flujo de gas reciente partículas más densas a la parte superior del separador por densidad [2]. Por tanto, las partículas de alta densidad se eliminarán o se devolverán al molino desde la salida [7] en la parte inferior del separador por densidad y las partículas de baja densidad se eliminarán o se devolverán al molino desde la salida [6] en la parte
45 superior del separador por densidad [2].

- 50 En la aplicación de molienda de carbón, el material de baja densidad en la parte superior del recipiente de separación por densidad se devolverá normalmente al molino, pero puede procesarse adicionalmente para eliminar otros minerales. Puede usarse un separador electrostático para separar las partículas de carbono de baja resistividad de las partículas de calcio o alúmina de resistividad mucho mayor. Por tanto, es posible separar la materia particulada seleccionada en tres componentes, material de alta densidad, que comprende principalmente sílice y pirritas, la materia mineral de baja densidad, que existe normalmente como arcilla que contiene minerales de calcio y alúmina, y el carbono de baja resistividad y baja densidad. Esto permitirá la eliminación de la mayoría de las
55 impurezas de materia mineral, que no son combustibles y forman el residuo de ceniza que sale del proceso de combustión, del carbón triturado, que es el material de combustión primario. Estas impurezas de materia mineral también contienen la mayoría de los contaminantes generados por el proceso de combustión, que incluyen materia particulada, azufre, metales pesados y halógenos tales como cloro y flúor. La Figura 4 muestra un ejemplo típico de la implementación de este sistema de eliminación de minerales densos [2] en un molino de carbón de husillo vertical [1]. La Figura 3 es el molino de husillo vertical sin el sistema de eliminación de minerales densos y la Figura 4 muestra la disposición general para instalar el sistema de eliminación de minerales densos en la sección inferior del molino.

- 60 Uno de los problemas con este proceso de separador por densidad es que depende del tamaño de partícula, dado que la masa y por tanto la fuerza gravitacional es proporcional al volumen de partícula, el cubo del diámetro de partícula, y la fuerza viscosa depende del área superficial, el cuadrado del tamaño de partícula. Siempre que todas
65

las partículas en el separador por densidad sean aproximadamente del mismo tamaño, esto no es un problema, pero una gran variación de tamaño dará como resultado que partículas densas más pequeñas se lleven hasta la parte superior del separador por densidad si el flujo de gas de fluidización es alto o que las partículas de baja densidad más grandes se muevan a la parte inferior del separador por densidad si el flujo de fluidización es bajo. Para superar este problema, también es posible tener separadores por densidad de múltiples etapas. La primera etapa [14] usará un flujo de gas de fluidización superior para separar las partículas más grandes, eliminándose las partículas de alta densidad grandes [18] desde la parte inferior del separador, permitiéndose que las partículas más pequeñas entren en un segundo separador por densidad [15] desde la parte superior de la primera etapa [20] y que las de baja densidad más grandes [6] se eliminen o se devuelvan al proceso de molienda. Esto se conseguirá teniendo un tamiz [16] que separa los dos separadores que sólo permita que las partículas más pequeñas pasen al segundo separador por densidad [15]. El segundo separador por densidad [15] sólo actuará sobre las partículas más pequeñas y tendrá un flujo de gas inferior. Este flujo de gas de fluidización inferior llevará las partículas de baja densidad pequeñas hasta la parte superior del separador por densidad de segunda etapa y permitirá que las partículas pequeñas más densas se eliminen [19] desde la parte inferior del separador.

Una aplicación de molino de carbón típica puede permitir que partículas de menos de tres milímetros entren en el separador por densidad de primera etapa [14], pero restringir el acceso al separador de densidad de segunda etapa [15] a partículas de menos de un milímetro. La Figura 8 muestra un ejemplo típico de la implementación de este sistema de eliminación de minerales densos [2] usando un separador por densidad de dos etapas en un molino de carbón de husillo vertical.

Cuanto más uniforme sea la distribución del flujo de gas, más eficaz será la separación por densidad. Flujos superiores a través de secciones de la materia particulada provocarán que material de mayor densidad se lleve hasta la parte superior del separador por densidad, mientras que flujos inferiores permitirán que material menos denso se desplace a la parte inferior. Por tanto, es muy importante garantizar que el gas se distribuya correctamente cuando se inyecta [5] en la parte inferior del separador por densidad y continúe fluyendo uniformemente a través del lecho de materia particulada de modo que el flujo de gas salga de manera uniforme en la superficie del lecho de materia particulada. Los tamices de burbujeo de lecho fluidizado, o tamices de distribución [11], mostrados en la Figura 8, ayudarán a mantener una distribución uniforme del flujo de gas a través del lecho fluidizado de material particulado.

Dividir en secciones el separador por densidad usando placas divisoras macizas o perforadas [10] para limitar el volumen de material fluidizado, mejora de ese modo la eficacia del gas de fluidización y la elevación del material más denso. La división en secciones impedirá que las partículas más grandes o más finas se acumulen en los extremos del separador por densidad, limitando de ese modo la eficacia del proceso de separación. Cada sección tendrá una sistema de eliminación de material de alta densidad independiente [7] en la parte inferior y un sistema de eliminación de baja densidad [6] en la parte superior, potenciado de ese modo la eliminación de material denso y la fluidización del material en el separador por densidad. La limitación del tamaño del lecho fluidizado dividiendo en secciones el separador por densidad mejorará la distribución del flujo del gas de fluidización a través de la materia particulada sólida y proporcionará una separación más sistemática. La provisión de múltiples puntos de elevación [7] en la parte inferior del separador por densidad aumentará la eficacia de eliminación de material denso particularmente si presenta una pendiente hacia una boquilla de elevación [18]. Esta disposición se muestra en la Figura 9.

El uso de múltiples colectores de gas de fluidización [5] en la parte inferior del separador por densidad para mejorar la distribución del gas de fluidización y potenciar de ese modo la fluidización del material en el separador por densidad mejorará también la eficacia del separador, mejorando la uniformidad de la distribución del flujo de gas en la materia particulada. La mejor manera para conseguir esto es incorporar una caja de distribución de gas [21] en la parte inferior de cada sección con múltiples orificios en la parte superior [12], que es la parte inferior del separador por densidad, para garantizar que el flujo se distribuye uniformemente a la parte inferior del lecho de partículas. Esta disposición se ilustra en la Figura 10 con múltiples colectores de gas de fluidización [5] y en la Figura 11 con una caja de distribución de gas [21] debajo de la parte inferior del separador por densidad.

La eliminación de los minerales densos en el proceso de molienda de carbón en calderas alimentadas con material pulverizado tiene muchos beneficios, que incluyen:

Reducción de la contaminación a partir de materias particuladas, SO₂, SO₃, Hg, metales pesados y otros contaminantes peligrosos del aire (HAPS).

Reducción de la erosión, particularmente del componente de sílice, en el molino, las tuberías de combustible y los quemadores.

Reducción de la formación de escoria en la caldera debido al hierro reducido.

Reducción de las incrustaciones en la parte trasera de la caldera debido a una carga de materia particulada reducida.

Reducción del tiempo de parada y mantenimiento debido a problemas de desgaste en el molino.

Aumento del rendimiento total del molino debido a una eficacia de molienda aumentada.

5

La capacidad de quemar carbón de menor calidad con un mayor contenido de materia mineral.

Muchos otros beneficios resultarán de la implementación de este proceso en otras aplicaciones de molienda tales como en el proceso de cemento. Otros procesos pueden ser separar material altamente combustible o reactivo que requiere un gas inerte, tal como nitrógeno, para fluidizar el material particulado para impedir una reacción (oxidación) con la materia particulada, que se produciría si se usase aire.

10

El proceso de separación de minerales descrito puede potenciarse mediante una gama de procesos de separación adicionales, como en los ejemplos anteriores, para proporcionar minerales con características físicas y/o químicas seleccionadas. Esto proporciona las bases de un mecanismo para extraer minerales específicos a partir de un proceso de molienda con un conglomerado como la alimentación primaria al molino.

15

Los expertos en la técnica apreciarán que pueden realizarse numerosas variaciones y modificaciones a las realizaciones específicas de la invención que se han descrito anteriormente en el presente documento. Debe considerarse que todas de tales variaciones y modificaciones se encuentran dentro del alcance de la invención tal como se reivindica a continuación en el presente documento.

20

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato de separación (2) que separa materia particulada basándose en la densidad en un proceso de trituración o de molienda, incluyendo la materia particulada principalmente materia mineral de un tamaño de partícula sustancialmente homogéneo, incluyendo el aparato de separación (2):
- 5 una carcasa (3);
- una entrada de materia particulada (4) adaptada para permitir el acceso de la materia particulada en la carcasa (3);
- 10 caracterizado por que el aparato de separación (2) comprende:
- al menos un tamiz de separación por tamaños (8) en la entrada de materia particulada (4);
- 15 una entrada de fluido (5), adaptada para permitir el acceso de un fluido en una parte inferior de la carcasa (3) de modo que el fluido y la materia particulada forman juntos un lecho fluidizado;
- una primera salida (7), adaptada para permitir la evacuación de materia particulada de una primera densidad predeterminada desde una parte inferior de la carcasa (3); y
- 20 una segunda salida (6), adaptada para permitir la evacuación de materia particulada de una segunda densidad predeterminada desde una parte superior de la carcasa (3), siendo la segunda densidad predeterminada menor que la primera densidad predeterminada.
- 25 2.- El aparato de separación (2) según la reivindicación 1, caracterizado por que la entrada de fluido (5) permite que entre un caudal de fluido suficiente en la carcasa (3) para provocar que la materia particulada se fluidice, pero un caudal insuficiente para provocar que partículas individuales se suspendan en el fluido solo.
- 30 3.- El aparato de separación (2) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la carcasa (2) incluye al menos un tamiz de distribución (11) adaptado para ayudar a distribuir el fluido que fluye a través del tamiz.
- 4.- El aparato de separación (2) según la reivindicación 3, caracterizado por que la carcasa (2) incluye una pluralidad de los tamices de distribución (11).
- 35 5.- El aparato de separación (2) según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado por que al menos uno de los tamices de distribución (11) está configurado para permitir que la materia particulada pase a través del mismo.
- 6.- El aparato de separación (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la carcasa (3) está dividida en secciones.
- 40 7.- El aparato de separación (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el aparato (2) incluye una pluralidad de entradas de fluido (5).
- 8.- El aparato de separación (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la entrada de fluido (5) está ubicada por debajo de una placa perforada (12) que se extiende por la carcasa (3).
- 45 9.- El aparato de separación (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la materia particulada es aquella rechazada desde un clasificador.
- 50 10.- El aparato de separación (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que la materia particulada es principalmente carbón.
- 11.- El aparato de separación (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que la materia particulada es principalmente carbonato de calcio.
- 55 12.- Un dispositivo de separación de múltiples etapas para separar materia particulada, caracterizado por que incluye al menos dos de los aparatos de separación (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la salida del primer aparato de separación (14) está adaptada para alimentar materia particulada a la entrada de materia particulada del segundo aparato de separación (15).
- 60 13.- Un molino de husillo vertical (80) que incluye un dispositivo o aparato (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
- 65 14.- Un método de separación de materia particulada que incluye principalmente materia mineral de un tamaño de partícula sustancialmente homogéneo en un dispositivo de trituración o de molienda que usa un aparato de separación (2), comprendiendo el método:

permitir el acceso de materia particulada de un tamaño de partícula sustancialmente homogéneo a través de una entrada de materia particulada (4) de una carcasa (4) de un aparato de separación (2);

5 caracterizado por:

permitir el acceso de la materia particulada a través de al menos un tamiz de separación por tamaños (8);

10 permitir el acceso de fluido en una parte inferior de la carcasa (3) a través de una entrada de fluido (5) de la carcasa (3) de modo que el fluido y la materia particulada forman juntos un lecho fluidizado;

permitir la evacuación de materia particulada de una primera densidad predeterminada desde una parte inferior de la carcasa (3) a través de una primera salida (7) de la carcasa (3); y

15 permitir la evacuación de materia particulada de una segunda densidad predeterminada desde una parte superior de la carcasa (3) a través de una segunda salida (6), siendo la segunda densidad predeterminada menor que la primera densidad predeterminada.

20 15.- El método según la reivindicación 14, en el que se permite el acceso de un caudal de fluido suficiente para provocar que la materia particulada se fluidice, pero un caudal insuficiente para provocar que partículas individuales se suspendan en el fluido solo.

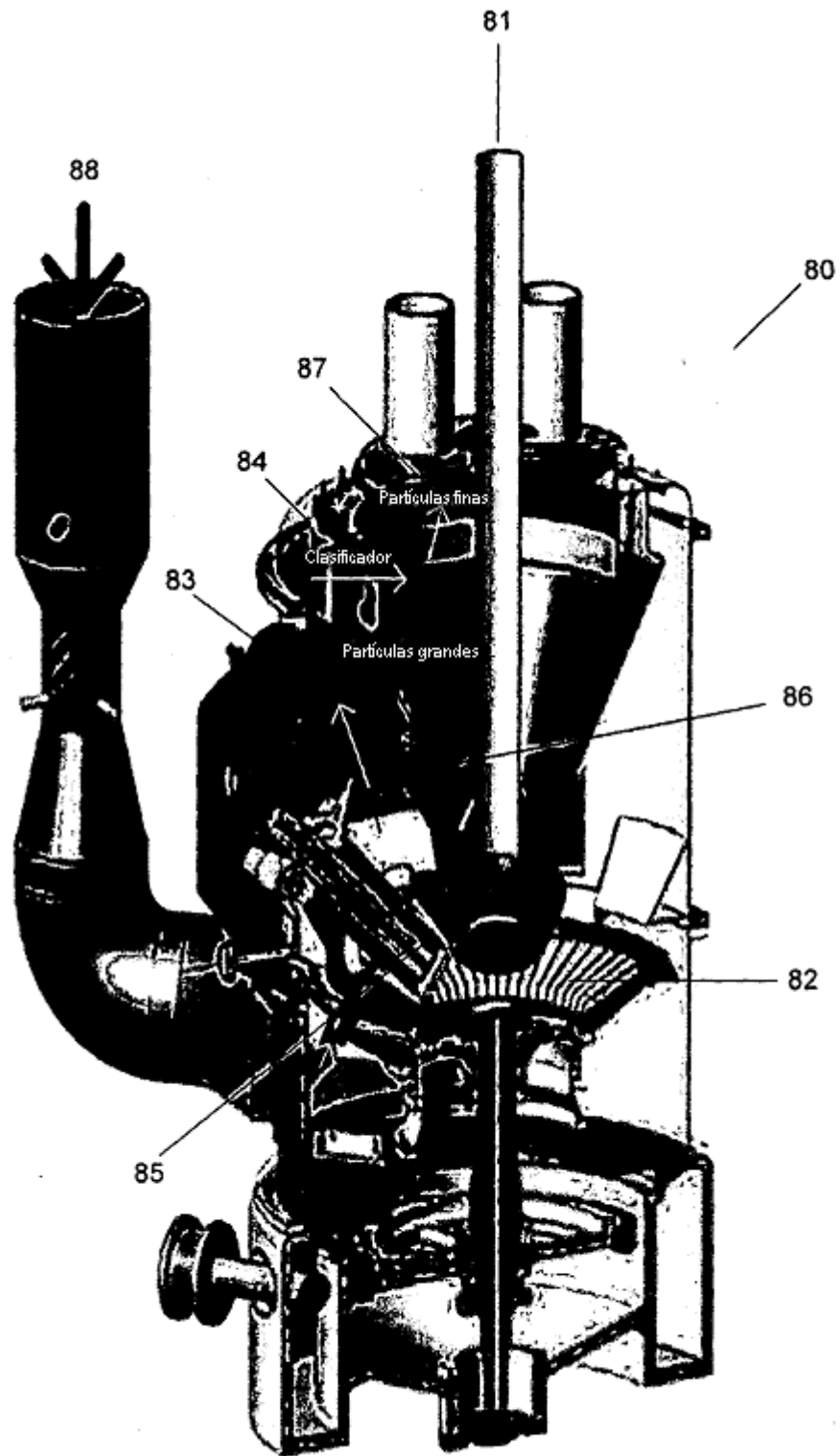


FIG. 1

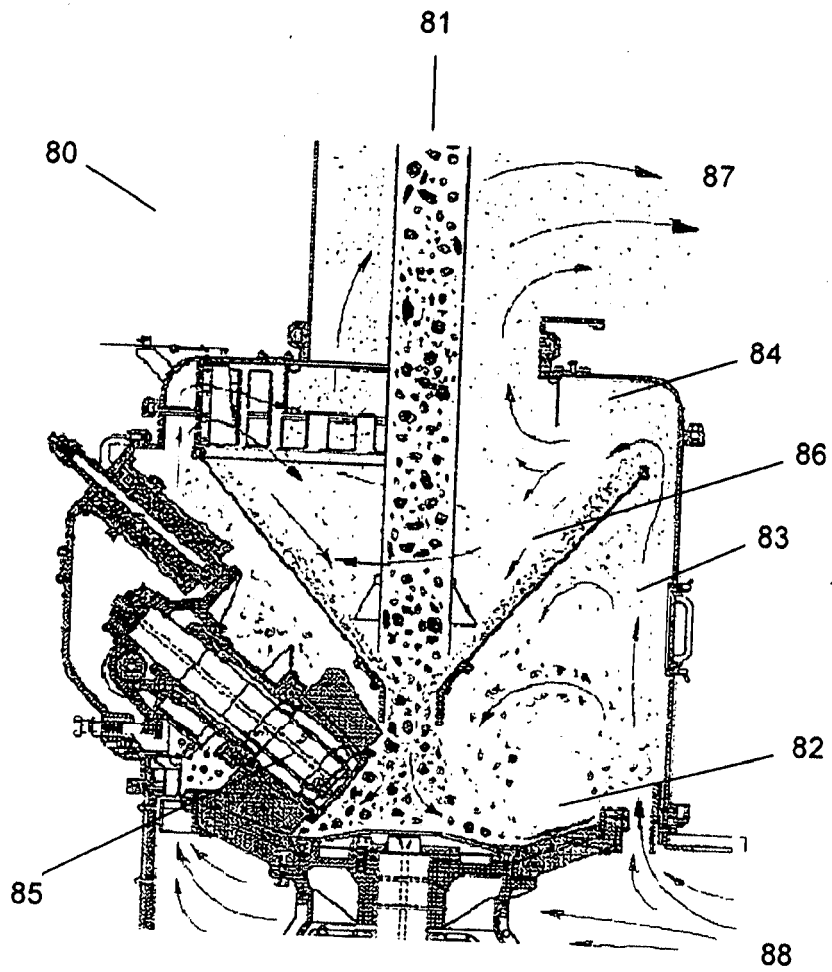


FIG. 2

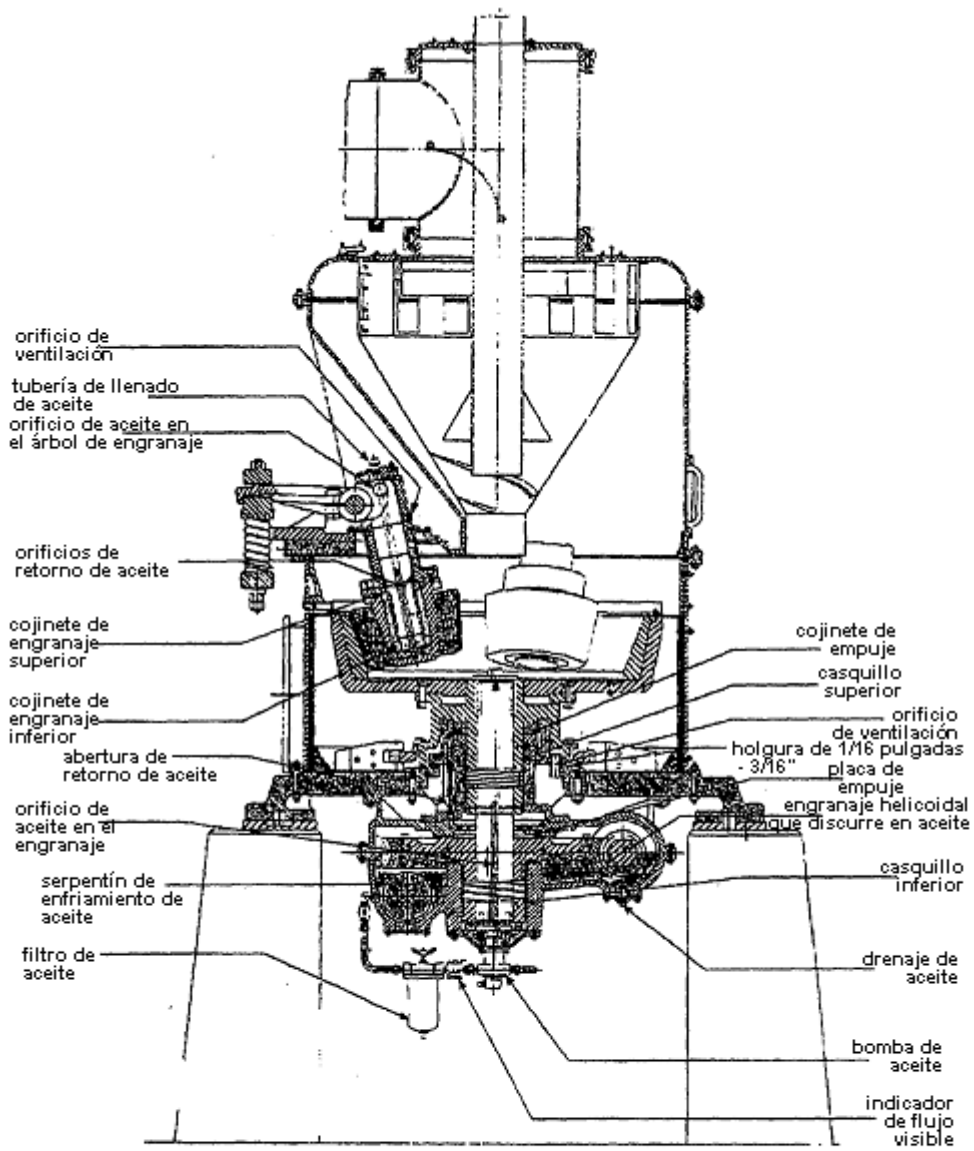


FIG. 3

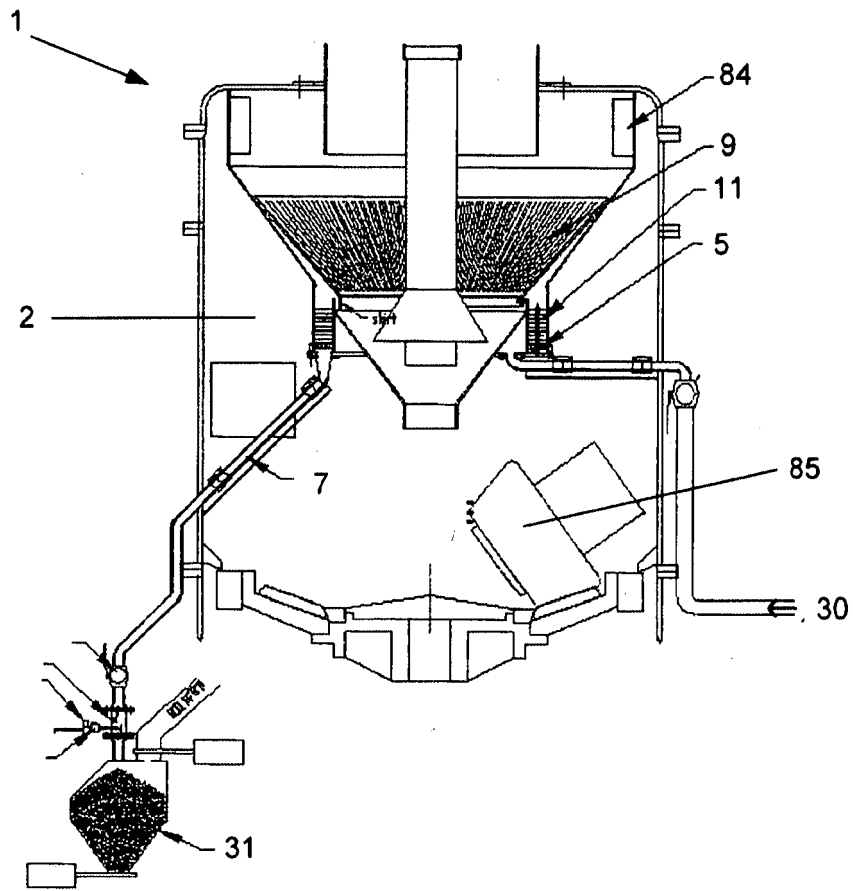


FIG. 4

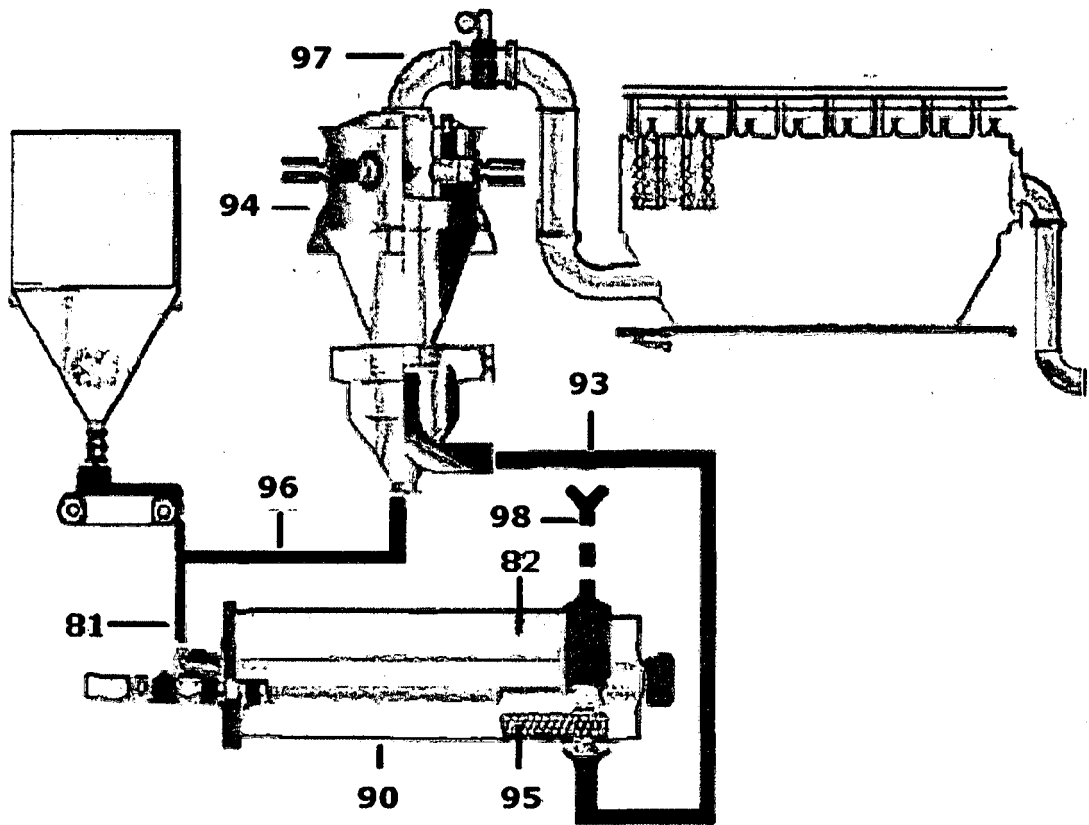


FIG. 5

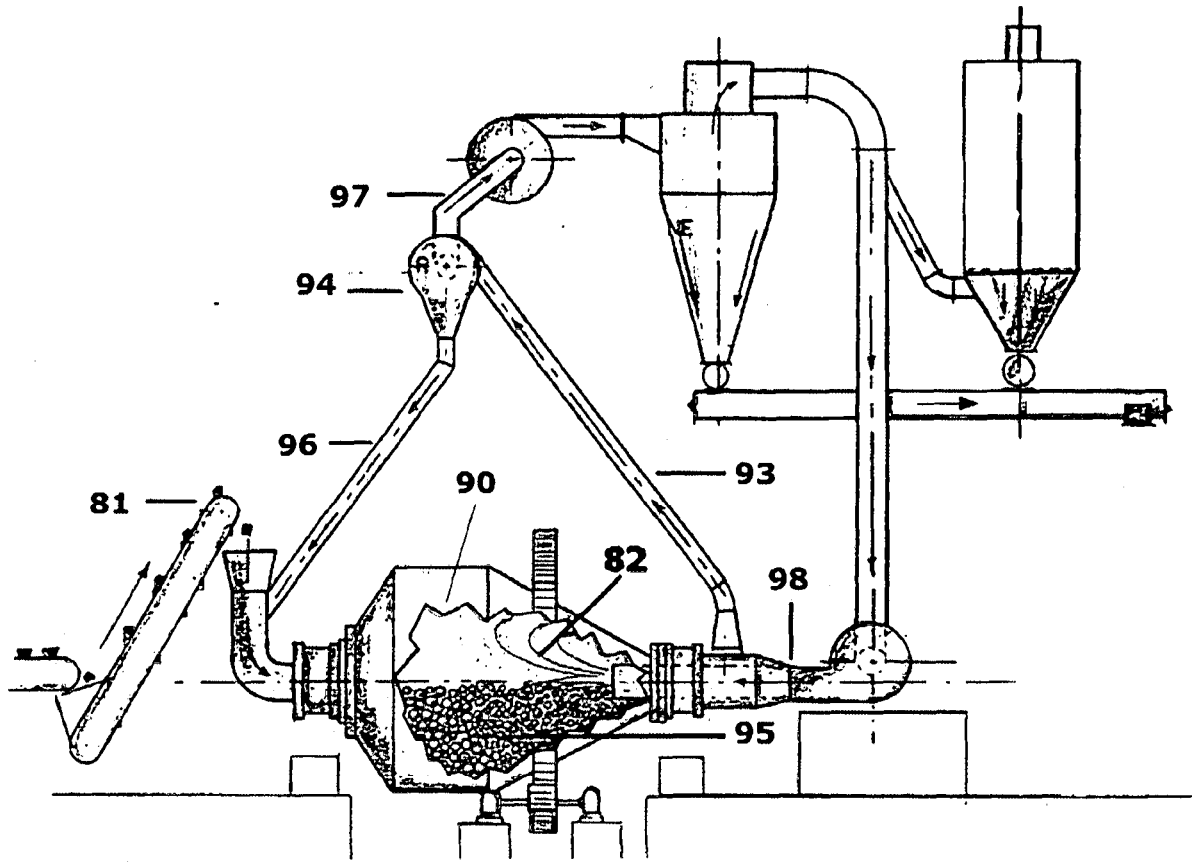


FIG. 6

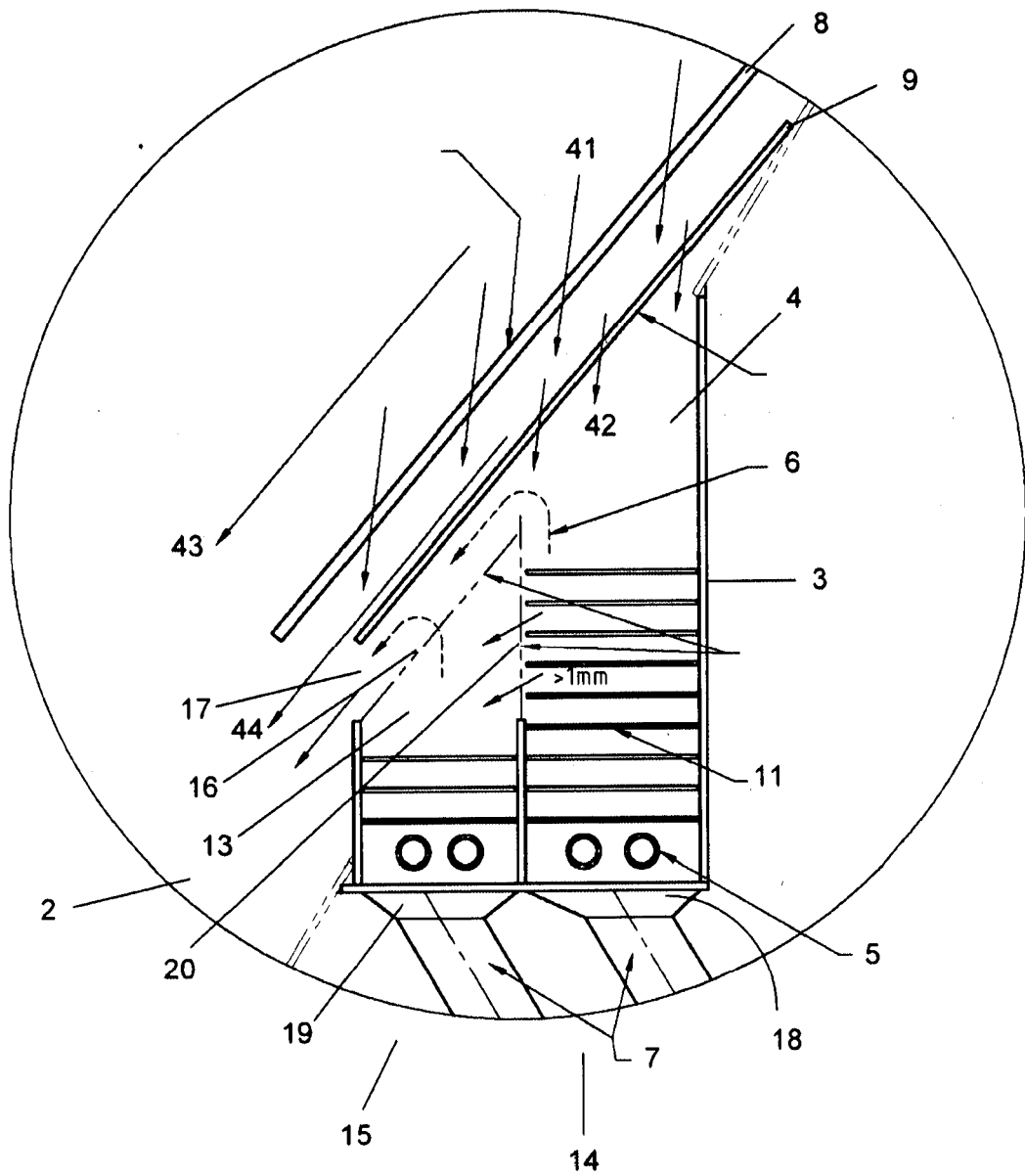


FIG. 8

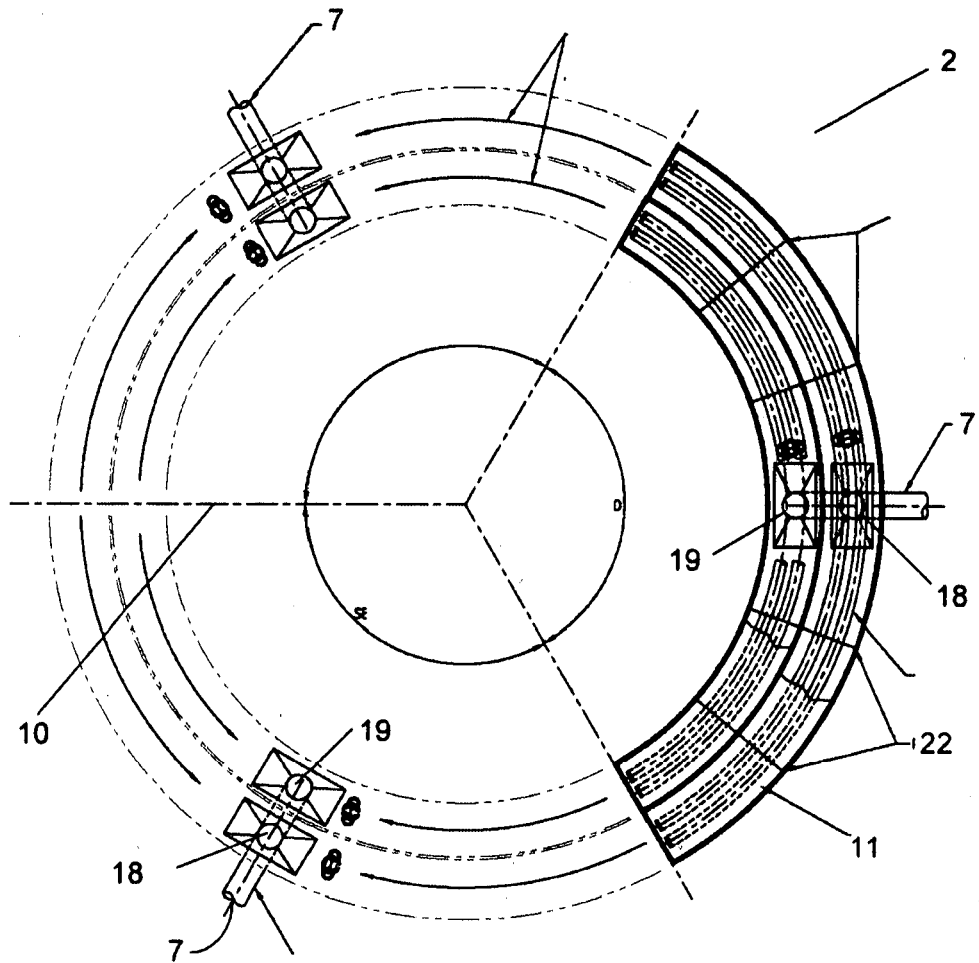
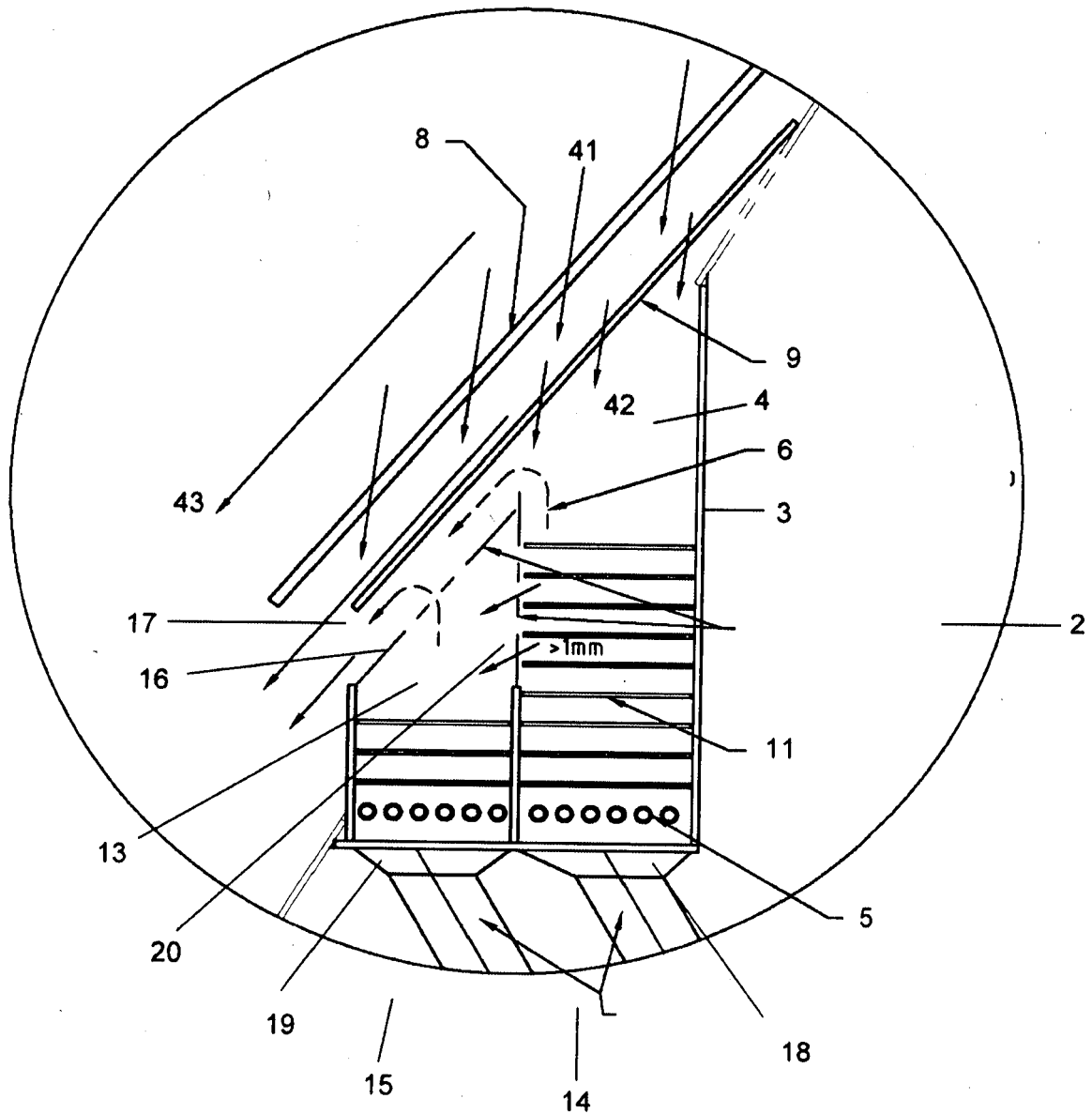


FIG. 9



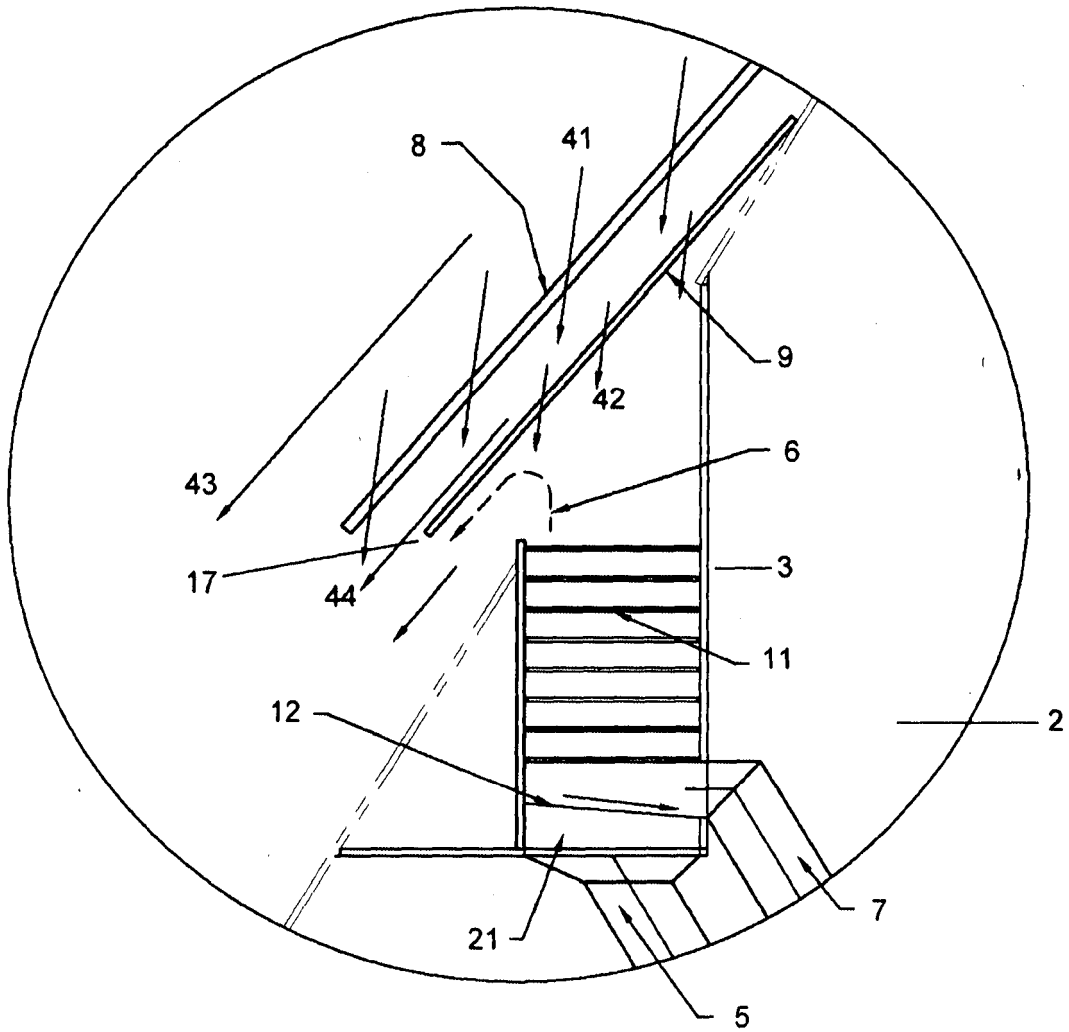


FIG. 11