

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 632**

51 Int. Cl.:

B07B 4/04 (2006.01)
B07B 4/08 (2006.01)
B07B 7/083 (2006.01)
B07B 9/02 (2006.01)
B02C 21/00 (2006.01)
B02C 23/12 (2006.01)
B02C 23/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.11.2012 PCT/EP2012/073513**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2013 WO13079416**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2012 E 12790561 (0)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2785472**

54 Título: **Dispositivo de clasificación de un producto granular**

30 Prioridad:

28.11.2011 DE 102011055762

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

30.11.2016

73 Titular/es:

**MASCHINENFABRIK KÖPPER N GMBH. & CO. KG
 (100.0%)
 Königsteiner Strasse 2
 45529 Hattingen, DE**

72 Inventor/es:

**GÜNTER, HARALD;
 HANSTEIN, THOMAS;
 NEUMANN, EBERHARD y
 DE WELDIGE, EGGERT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 592 632 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

Dispositivo de clasificación de un producto granular.

La invención concierne a un dispositivo de clasificación de un producto granular en al menos tres fracciones, con al menos un clasificador estático que forma una primera etapa de clasificación y al menos un clasificador dinámico que

5 forma una segunda etapa de clasificación, en el que el clasificador estático presenta varios insertos de rebote y de guía dispuestos a manera de escalera entre ellos en una carcasa de clasificador con al menos una primera entrada de material, al menos una entrada de gas de clasificación y al menos una salida de producto grueso,

10 en el que el clasificador dinámico está configurado como un clasificador de cesto de varillas con un cesto de varillas rotativo y presenta una segunda carcasa de clasificador con al menos una salida de producto medio y una salida de producto fino.

El producto granular a clasificar puede consistir, por ejemplo, en cemento, materiales que contienen cemento, materia prima de cemento, piedra caliza o escoria, pero también minerales o similares. Para la trituración de tales materiales granulares se utilizan en la práctica especialmente prensas de cilindros o molinos de cilindros de lecho de

15 producto. En esta trituración a alta presión del producto de molienda granular se aplasta éste en la rendija entre dos cilindros de prensa (trituración de lecho de producto). En el curso de la trituración se produce la formación de aglomerados que se denominan tortas. Tales molinos de cilindros de lecho de producto pueden hacerse funcionar en circuito cerrado con un clasificador estático y/o un clasificador dinámico. El molino de cilindros de producto se posiciona entonces, por ejemplo, por debajo de un clasificador, de modo que la fracción de producto grueso que sale

20 del clasificador es alimentada (de nuevo) al molino de cilindros. El material que sale del molino de cilindros es alimentado nuevamente a la entrada de material del dispositivo de clasificación que, como dispositivo de varias etapas, se compone de un clasificador estático y un clasificador dinámico. En el clasificador dinámico se efectúa una desaglomeración de las tortas por medio de insertos de rebote y de guía, y al mismo tiempo se separa la fracción de material grueso y se la alimenta a la prensa de cilindros. El producto "más fino" llega con los gases de clasificación al clasificador dinámico, en donde se somete a una clasificación fina. El producto fino descargado de este clasificador se evacua juntamente con el gas de clasificación y se le recoge como producto acabado en los ciclones y/o filtros siguientes. La fracción media descargada del clasificador dinámico puede alimentarse de nuevo también, por

25 ejemplo, a la prensa de cilindros o a otra etapa de molienda. Tales medidas son conocidas por el estado de la técnica (véase, por ejemplo, el documento DE 43 37 215 A1).

30 Un dispositivo de clasificación genérico de la clase descrita al principio es conocido, por ejemplo, por el documento DE 42 23 762 B4. El dispositivo de clasificación presenta en una carcasa un cesto de varillas accionado a rotación con turboelementos distribuidos a lo largo del perímetro del rotor y con entradas y salidas para aire de clasificación, producto de clasificación, producto fino, producto medio y producto grueso. Delante del cesto de varillas horizontalmente dispuesto está montada lateralmente a la misma altura una cámara de preclasificación de forma de

35 pozo que presenta arriba una abertura de carga para el producto de clasificación separada del aire de clasificación, lateralmente una abertura para el aire de clasificación dispuesta enfrente del cesto de varillas, abajo una abertura de descarga para una fracción de grano grueso descargada y dos paredes de limitación del pozo opuestas, permeables para el aire de clasificación y que forman entre ellas una zona de preclasificación. Estas paredes de limitación del pozo de la cámara de preclasificación permeables al aire de clasificación presentan unas chapas de guía a manera

40 de celosía que están inclinadas oblicuamente hacia abajo en dirección a la abertura de descarga de la fracción de producto grueso expulsada y que, como insertos de rebote y de guía, proporcionan al mismo tiempo una desaglomeración de las tortas.

Es también genérico el dispositivo de clasificación del documento JP-6-106 135 A, en el que el cesto de clasificación del clasificador dinámico gira aquí alrededor de un eje vertical.

45 Por lo demás, se ha propuesto prever en clasificadores de viento unos insertos de forma de tejado que se disponen en forma de cascada de tal manera que el canto de cumbrera de cada inserto esté situado en posición aproximadamente vertical por debajo del canto de vertido de la superficie - vuelta hacia la corriente de viento - del inserto dispuesto más allá del mismo (véase el documento DE 1 002 600).

Se conoce también por el documento WO 03/097241 A1 un dispositivo de clasificación genérico en el que el clasificador dinámico - como ocurre también en el documento DE 42 23 762 B4 - está equipado con un cesto de varillas que gira alrededor de un eje vertical. Para minimizar los problemas del transporte mecánico del material de molienda conducido en circuito cerrado se propone en este estado de la técnica ya conocido disponer el clasificador en cascada estático por debajo de la rendija entre los rodillos de la prensa de rodillos y disponer por encima de esta

50 prensa de rodillos un clasificador posterior que debe estar configurado especialmente como clasificador de cesto de varillas dinámico. En esta forma de realización es desventajosa la considerable altura de construcción. Debido a la tubería de unión entre los dos clasificadores se aumentan los costes de inversión y de explotación.

55

Una forma de realización alternativa de un clasificador de varias etapas con forma de construcción compacta es conocida por el documento US 7 854 406 B2. El dispositivo de clasificación consta de varias carcasa concéntricas, estando previsto como etapa de clasificación posterior un cesto de varillas que gira alrededor de un eje vertical. La etapa de preclasificación está formada por un sencillo ciclón, siendo alimentado el producto de clasificación y el gas de clasificación a través de una tubería de alimentación común que está conectada en forma de espiral a la carcasa del clasificador. Una desaglomeración de las tortas es sólo limitadamente posible en la etapa de clasificación estática.

Se conoce por el documento DE 10 2004 027 128 A1 un dispositivo de clasificación de un producto granular en al menos tres fracciones de grano con un clasificador estático y un clasificador dinámico que están dispuestos con simetría de revolución alrededor de un eje común en una carcasa común.

Por último, se conoce por el documento DE 10 2006 039 775 A1 un dispositivo clasificador de construcción especial con un clasificador en cascada estático y otro clasificador como clasificador posterior, presentando el clasificador en cascada dos paquetes formados cada uno de ellos por anillos cónicos dispuestos a distancia uno sobre otro y concéntricamente uno con respecto a otro.

Por lo demás, el documento DD 253771 A1 presenta un clasificador de viento para clasificar materiales a granel especialmente de grano fino en al menos dos fracciones, el cual está constituido por una parte superior de carcasa cilíndrica a la que se une un cono de gravilla con descarga de gravilla. El cesto de varillas gira alrededor de un eje vertical. Se pretende mejorar en este caso la distribución del producto en el espacio de clasificación por medio de clasificadores con cestos de varillas para que se incremente la precisión de separación y se reduzca el consumo de energía, referido al producto final, con independencia del número de revoluciones y la forma de un plato de diseminación. A este fin, se prevé un recipiente anular con lecho fluidizado como dispositivo de dispersión que está dispuesto por encima del racor de entrada del gas de clasificación en la zona del cesto de varillas por dentro o por fuera de la carcasa del clasificador y que está unido con el espacio de clasificación a través de una rendija anular y/o un canal anular.

Los clasificadores conocidos de la clase descrita han dado en principio buenos resultados en la práctica, pero siguen siendo capaces de un desarrollo adicional especialmente en lo que respecta a su eficiencia de clasificación.

Por tanto, la invención se basa en el problema de crear un dispositivo de clasificación de un producto granular en al menos tres fracciones de la clase descrita al principio que no sólo se caracterice por una constitución especialmente compacta, sino especialmente también por unos pequeños costes de inversión y funcionamiento y una mayor eficiencia de clasificación. En particular, un dispositivo clasificador de esta clase deberá hacer posible un funcionamiento rentable de una instalación de molienda con al menos una prensa de cilindros junto con una alta eficiencia de clasificación.

Para resolver este problema, la invención proporciona un dispositivo de clasificación de un producto granular en al menos tres fracciones que presenta las características de la reivindicación 1.

La invención parte, en primer lugar, del conocimiento básicamente conocido de que es ventajoso combinar uno con otro un clasificador estático y un clasificador dinámico en la forma de realización como clasificador de cesto de varillas, ya que se puede descargar una primera fracción de producto grueso a través del clasificador estático, de modo que el clasificador dinámico con los componentes rotativos relativamente sensibles no es innecesariamente cargado con producto grueso. Según la invención, el clasificador estático y el clasificador dinámico se agrupan en una forma de construcción especialmente eficiente y compacta utilizando, por un lado, un cesto de varillas con eje de giro vertical y haciendo, por otro lado, que el clasificador estático esté conectado lateralmente de manera directa al clasificador dinámico, realizando el clasificador estático, en cuanto al procedimiento, tanto la tarea de desaglomeración de tortas como la de una primera separación gruesa. En consecuencia, el clasificador estático y el clasificador dinámico se reúnen especialmente de manera compacta, con lo que ambos clasificadores trabajan energéticamente con especial eficiencia, y el clasificador estático puede realizar al mismo tiempo la tarea de la desaglomeración de tortas.

En combinación con la conexión del clasificador estático según la invención al clasificador dinámico se adjudica una importancia especial a la utilización del clasificador de cesto de varillas que gira alrededor de un eje vertical. En efecto, esta configuración con clasificador de cesto de varillas "vertical" se caracteriza por un flujo de barrido uniforme del cesto de varillas o del rotor y, por tanto, por una eficiencia de clasificación mejorada. Los problemas que se presentan en el estado de la técnica con ejes de cestos de varillas "horizontalmente" dispuestos se evitan en el marco de la invención, con lo que se materializa en conjunto una eficiencia de clasificación mejorada.

Según la invención, la carcasa del clasificador estático desemboca en la carcasa del clasificador dinámico con una orientación tangencial o en forma de espiral. En cualquier caso, la carcasa del clasificador estático está conectada siempre lateralmente de manera compacta a la carcasa del clasificador dinámico, con lo que la carcasa del clasificador estático hace transición a la carcasa del clasificador dinámico. En consecuencia, el clasificador según la invención presenta zonas de carcasa que, como transición entre el clasificador estático y el clasificador dinámico,

pueden asociarse tanto el clasificador estático como al clasificador dinámico. Así, se ha previsto también que la carcasa del clasificador dinámico presente un segmento de carcasa superior en el que esté dispuesto el cesto de varillas rotativo, y un segmento de carcasa inferior en el que, por ejemplo, esté dispuesto un embudo de salida para el producto medio, estando conectado el clasificador estático con su carcasa al segmento de carcasa inferior del clasificador dinámico y haciendo transición a este segmento de carcasa inferior. En consecuencia, este segmento de carcasa inferior del clasificador dinámico forma la zona de transición entre el clasificador estático y el clasificador dinámico. La carcasa del clasificador dinámico puede estar configurada preferiblemente en forma cilíndrica, con lo que el segmento de carcasa superior y/o el segmento de carcasa inferior pueden ser de configuración cilíndrica. Se adjudica entonces también al segmento de carcasa inferior del clasificador dinámico la función de un ciclón que puede influir tanto sobre el funcionamiento del clasificador estático como sobre el funcionamiento del clasificador dinámico. Así, este ciclón formado por el segmento de carcasa inferior puede influir sobre la acción de la etapa de clasificación estática. Al mismo tiempo, se puede considerar también este ciclón como parte del clasificador dinámico, ya que forma un canal de afluencia para la sollicitación vertical del cesto de varillas y puesto que dentro de este segmento de carcasa o ciclón puede estar dispuesto también el embudo de salida del clasificador dinámico. Se pone así también claramente de manifiesto que, según la invención, el clasificador dinámico y el clasificador estático se unen estrechamente uno con otro tanto en el aspecto espacial como en el aspecto funcional.

Como se ha descrito, el clasificador estático está conectado preferiblemente al segmento de carcasa inferior del clasificador dinámico. El clasificador estático está posicionado entonces en general (en una vista lateral) por debajo del cesto de varillas. Sin embargo, está alternativamente dentro del ámbito de la invención el disponer el clasificador estático o los clasificadores estáticos a la misma altura o al menos en ciertos tramos a la misma altura que el cesto de varillas rotativo.

Dentro del clasificador estático no sólo se produce una primera separación de producto grueso y producto medio, sino que puede efectuarse también una desaglomeración de tortas. La desaglomeración de tortas se materializa con ayuda de los insertos de rebote y de guía integrados en el clasificador estático. Los insertos de rebote y de guía pueden estar formados de manera en sí conocidas por placas de rebote o chapas de guía inclinadas una respecto de otra. En una forma de realización preferida estas placas o chapas son ajustables en su inclinación, siendo, por ejemplo, basculables o giratorias alrededor de un eje horizontal. Dado que el funcionamiento del clasificador estático sólo puede ser influenciado limitadamente durante el funcionamiento - lo que contrasta con un clasificador dinámico -, es conveniente una posibilidad de ajuste de esta clase. Se pueden ajustar las circunstancias deseadas del clasificador estático, con lo que se pueden optimizar especialmente las condiciones de flujo. Como alternativa, los insertos de rebote y de guía pueden estar formados también por insertos a manera de tejado, como los que son conocidos, por ejemplo, por el documento DE 1 002 600. Los insertos a modo de tejado pueden ser desplazables opcionalmente en dirección horizontal. En el clasificador estático se combinan siempre una con otra, por un lado, la tarea de desaglomeración de tortas y, por otro lado, una primera separación de producto grueso.

Mientras que la (segunda) carcasa del clasificador dinámico está configurada en general en forma cilíndrica o al menos en forma cilíndrica en ciertos tramos, el clasificador estático presenta una carcasa a manera de pozo o de cajón que está de preferencia orientada oblicuamente con respecto a la vertical, de modo que los insertos de rebote y de guía dispuestos en el interior están montados también a lo largo de un chafflán. La carcasa a manera de pozo presenta, por un lado, la entrada de material o las entradas de material para el producto a clasificar y, por otro lado, al menos una entrada de gas de clasificación, a través de la cual se alimenta, por ejemplo, aire. A este fin, la carcasa a manera de pozo presenta una pared de pozo (inferior) que está orientada bajo un ángulo prefijado α comprendido entre 10° y 80° , por ejemplo de 40° a 60° . En consecuencia, la carcasa puede estar dispuesta en su conjunto con una orientación oblicua con respecto a la vertical (en vista lateral). Lo mismo rige para los insertos de rebote y de guía dispuestos uno debajo de otro a manera de escalera dentro de la carcasa. Entre estos insertos se forma la zona de clasificación de la primera etapa de clasificación que está orientada bajo un ángulo prefijado β comprendido entre 20° y 70° , por ejemplo de 20° a 40° , referido a la vertical. Sin embargo, la invención comprende también una carcasa a manera de pozo que no está orientada oblicuamente con respecto a la vertical, sino paralelamente a la vertical.

La entrada de gas de clasificación puede estar formada, por ejemplo, por al menos una abertura de entrada dispuesta oblicuamente por encima de los insertos. Como alternativa o como complemento, existe la posibilidad de que la entrada de gas de clasificación esté formada por una o varias aberturas dispuestas en la pared del pozo. Estas aberturas pueden ser cerradas, por ejemplo, por trampillas, con lo que se puede variar la alimentación de gas de clasificación por apertura y cierre de dichas trampillas. En consecuencia, está dentro del ámbito de la invención el que esté prevista una abertura de entrada (superior) de la clase descrita o que estén previstas aberturas en la pared del pozo. Sin embargo, se materializa preferiblemente una combinación de estas medidas, de modo que entonces están previstas tanto al menos una abertura de entrada dispuesta oblicuamente por encima de los insertos como una o varias aberturas dispuestas en la pared del pozo, pudiendo cerrarse opcionalmente estas aberturas, por ejemplo, por medio de trampillas. Existe entonces la posibilidad de trabajar con una alimentación de aire "variable" y, en consecuencia, una regulación de la cantidad de aire. Es conveniente a este respecto que las distintas trampillas puedan abrirse y cerrarse de manera individualizada, en grupos y/o conjuntamente, haciéndose posible especialmente de manera preferida una adaptación variable y deliberada mediante el ajuste de las aberturas. En el

ámbito de la invención, el término trampillas significa en general unos medios de apertura y cierre de las aberturas y especialmente de ajuste de la cantidad de paso de aire. Mediante una regulación adecuada de la cantidad de aire existe la posibilidad de aumentar aún más la eficiencia de clasificación.

5 Asimismo, existe opcionalmente o como complemento la posibilidad de que la entrada de gas de clasificación esté formada por una zona de la carcasa del clasificador que carece de la pared del pozo. En esta forma de realización se puede prescindir de la pared del pozo, con lo que se trabaja entonces con una afluencia abierta.

10 Dentro del ámbito de la invención es de especial importancia la combinación de la primera carcasa de clasificador conectada lateralmente, por ejemplo en forma tangencial o en espiral, con el cesto de varillas dispuesto en orientación vertical. La dirección de giro del cesto de varillas puede estar orientada con o en contra de la dirección de conexión tangencial o en espiral de la carcasa del clasificador estático.

15 El clasificador dinámico está provisto de una o varias entradas de material adicionales, en particular preferiblemente en la parte superior, por ejemplo en el segmento superior de la carcasa. Esto es conveniente especialmente cuando el clasificador se integra en una instalación de molienda de varias etapas, puesto que entonces se puede alimentar el producto molido a una segunda etapa para su clasificación a través de esta (segunda) entrada de material. Se puede tratar en este caso, por ejemplo, del producto de descarga de un segundo dispositivo de trituración, por ejemplo un molino de bolas. La integración del dispositivo clasificador en una instalación de molienda de una o varias etapas se explica seguidamente con más detalle todavía.

20 En principio, está dentro del ámbito de la invención el que un solo clasificador estático esté conectado al clasificador dinámico de la manera preconizada por la invención, por ejemplo tangencial o en forma de espiral. Sin embargo, especialmente en el caso de grandes unidades, dos o bien varios clasificadores estáticos con una respectiva carcasa de clasificador están conectados al clasificador dinámico. En consecuencia, la clasificación previa para la descarga de una fracción de producto grueso y para la desaglomeración de las tortas puede realizarse en paralelo en varias etapas de clasificación previa, solicitando entonces las distintas etapas de clasificación previa en paralelo a un mismo clasificador dinámico. La clasificación de los varios clasificadores estáticos se efectúa en este caso de preferencia simétricamente (en vista en planta). Así, está dentro del ámbito de la invención el que los varios clasificadores estáticos se dispongan "simétricamente" y, en consecuencia, equidistantemente a lo largo del perímetro. El decalaje asciende en este caso a $360^\circ/n$, referido al perímetro, denotándose con "n" el número de clasificadores estáticos. En consecuencia, si se emplean dos clasificadores estáticos, éstos están conectados al clasificador dinámico con un decalaje preferido de un ángulo de 180° , en vista en planta. Si se emplean tres clasificadores estáticos, éstos están decalados preferiblemente en un ángulo de alrededor de 120° , y si se emplean cuatro clasificadores estáticos, éstos están decalados preferiblemente uno respecto de otro en un ángulo de 90° .

35 Además de los insertos de rebote y de guía previstos de todos modos en el clasificador estático, puede ser conveniente prever también unos insertos de rebote en la zona del clasificador dinámico, por ejemplo dentro de la carcasa del clasificador dinámico, preferiblemente en su segmento de carcasa inferior, el cual, por los motivos explicados, puede asumir la función de un ciclón. En la pared de la carcasa de este ciclón pueden estar conectados en el lado interior unos insertos de rebote que pueden funcionar como "cantos de tropezón" o "cantos de descortezado". Éstos deben contrarrestar la acción ciclónica del clasificador y, en consecuencia, reducir la acción ciclónica. En efecto, con ayuda de estos insertos dispuestos por el lado de la pared se puede llevar nuevamente al material acumulado en la zona de la pared en dirección al centro o al eje, con lo que se optimiza la función de clasificación.

40 Según otra propuesta, se ha previsto opcionalmente que la carcasa del clasificador dinámico esté provista de una o varias alimentaciones de aire adicionales que asuman la función de una derivación de aire. Se efectúa entonces no sólo la alimentación de aire a través de la entrada de aire del clasificador estático, sino que se puede alimentar aire adicional a través del clasificador dinámico. Esto conduce entonces a que se reduzca la alimentación de aire en la zona del clasificador estático, con lo que se puede materializar de esta manera una adaptación optimizada de la conducción del aire. Esta alimentación de aire adicional puede materializarse, por ejemplo, en el segmento superior de la carcasa del clasificador dinámico.

45 Por último, está dentro del ámbito de la invención el prever opcionalmente en la zona del clasificador estático unos dispositivos de distribución de aire adicionales, por ejemplo chapas agujereadas o similares. Éstos pueden disponerse en la carcasa del clasificador estático delante de los insertos de rebote y de guía, considerado en la dirección de flujo. Conducen a una distribución mejor del aire en toda la altura del clasificador estático.

50 El dispositivo clasificador según la invención puede utilizarse para la clasificación de materiales granulares de clases muy diferentes, especialmente para la clasificación de cemento, materias primas de cemento, piedra caliza y materiales similares. Como alternativa, la invención comprende también la clasificación de minerales o similares. Las reservas naturales de tales materias primas están en parte ampliamente explotadas, por lo que la extracción se desplaza a regiones difícilmente accesibles sin reservas de agua suficientes. El clasificador según la invención puede utilizarse allí de manera especialmente eficiente.

Es también objeto de la invención una instalación de molienda de una sola etapa (instalación de molienda en circuito cerrado) o de varias etapas para la trituración de un producto granular, que comprende

- al menos un primer dispositivo de trituración y
- al menos un dispositivo clasificador de la clase descrita,

5 en la que el material que sale del primer dispositivo de trituración entra en el dispositivo de clasificación a través de la primera entrada de material, en la que el producto grueso que sale de la salida de producto grueso del dispositivo de clasificación (o del clasificador estacionario) se alimenta al primer dispositivo de trituración, y en la que el producto medio o la fracción media que sale del dispositivo de clasificación (o del clasificador dinámico) se alimenta también al primer dispositivo de trituración o alternativamente también a un segundo dispositivo de trituración. En consecuencia, como complemento del primer dispositivo de trituración está previsto también de manera especialmente preferida un segundo dispositivo de trituración, de modo que se materializa entonces una instalación de molienda de al menos dos etapas. El primer dispositivo de trituración puede consistir preferiblemente en un molino de cilindros de lecho de producto y, en consecuencia, una prensa de cilindros. El segundo dispositivo de trituración puede consistir, por ejemplo, en un molino de bolas. En consecuencia, el producto medio descargado del dispositivo de clasificación (concretamente de la segunda etapa de clasificación) puede alimentarse a este segundo dispositivo de trituración, por ejemplo al molino de bolas, pudiendo triturarse este producto con el segundo dispositivo de trituración y pudiendo alimentarlo nuevamente, por la segunda entrada de material, a la segunda etapa de clasificación, concretamente al clasificador dinámico. En consecuencia, el producto grueso descargado en la primera etapa de clasificación se alimenta a la prensa de cilindros, mientras que el producto medio ("gravillas") se conduce al molino de bolas, conduciéndose el material de descarga del molino de bolas al clasificador dinámico y conduciéndose el material descargado de la prensa de cilindros a la etapa de clasificación estática. Se logra así en conjunto una trituración del material especialmente favorable en el aspecto energético, concretamente empleando el clasificador de varias etapas descrito, sin que la segunda etapa de trituración necesite un clasificador propio.

25 Sin embargo, como alternativa, se puede materializar también una instalación de molienda de múltiples etapas, por ejemplo dos etapas, en la que, además del clasificador según la invención, esté previsto un clasificador separado adicional. La fracción media del primer clasificador descrito según la invención se alimenta nuevamente a un segundo dispositivo de trituración, por ejemplo a un molino de bolas. Sin embargo, el material de descarga de este molino de bolas no se alimenta entonces nuevamente al primer clasificador - como se ha descrito anteriormente -, sino que se alimenta al segundo clasificador separado, alimentándose una vez más al molino de bolas el producto grueso que sale de este segundo clasificador, mientras que el producto fino que sale del segundo clasificador puede evacuarse nuevamente como producto.

35 Por último, se abarcan también según la invención instalaciones de molienda de una sola etapa en las que tanto el producto grueso que sale del dispositivo de clasificación según la invención como el producto medio se alimentan a un primer (único) dispositivo de trituración, por ejemplo una prensa de cilindros, y en la que el material que sale de este dispositivo de trituración entra nuevamente en el dispositivo de clasificación según la invención a través de la entrada de material. Se materializa así una instalación de molienda en circuito cerrado con una sola etapa.

40 Está dentro del ámbito de la invención el que el primer dispositivo de trituración, por ejemplo una prensa de cilindros, esté dispuesto por encima del dispositivo clasificador. Sin embargo, la prensa de cilindros está posicionada de manera especialmente preferida por debajo del dispositivo clasificador. En lo que sigue se explica la invención con más detalle ayudándose de un dibujo que representa únicamente un ejemplo de realización. Muestran:

La figura 1, una sección vertical parcial a través de un dispositivo clasificador según la invención, en una representación simplificada,

La figura 2, una vista en planta de la parte inferior del objeto según la figura 1 en una primera forma de realización,

La figura 3, una vista en planta de la parte inferior del objeto según la figura 1 en una segunda forma de realización,

45 La figura 4, una forma de realización modificada del objeto según la figura 1 (detalle en la zona de la parte inferior),

La figura 5, una vista en planta de la parte inferior del objeto según la figura 4 y

La figura 6, esquemáticamente, una instalación de molienda de dos etapas con un dispositivo clasificador según la invención.

50 El dispositivo de clasificación 1 representado en las figuras 1 a 5 sirve para clasificar un producto granular, por ejemplo cemento, en al menos tres fracciones. El dispositivo 1 se compone de un clasificador estático 2 y un clasificador dinámico 3 que están combinados uno con otro de una manera especialmente compacta. El clasificador estático 2 forma una primera etapa de clasificación y el clasificador dinámico 3 pospuesto al clasificador estático 2 en la dirección del flujo del medio de clasificación forma una segunda etapa de clasificación.

El clasificador estático 2 presenta una carcasa 4 con una primera entrada de material 5, una entrada de gas de clasificación 6 y una salida de producto grueso 7. Dentro de la carcasa 4 del clasificador están dispuestos varios insertos de rebote y de guía 8, 9 montados uno debajo de otro a manera de escalera. En el ejemplo de realización estos insertos están configurados como chapas de rebote 8, 9 que asumen al mismo tiempo la función de chapas de guía para el clasificador estático. En la figura 1 se puede apreciar que se trata de dos grupos de placas de rebote 8, 9 inclinadas una con respecto a otra, siendo regulables estas placas de rebote 8, 9 alrededor de ejes de basculación 10, de modo que se puede ajustar la inclinación de las placas de rebote 8, 9.

La segunda etapa de clasificación está formada por el clasificador dinámico 3 que presenta una carcasa 11. Esta carcasa cilíndrica 11 del clasificador presenta un segmento superior (cilíndrico) 11a y un segmento inferior (cilíndrico) 11b. En la parte superior 11a de esta carcasa 11 del clasificador está dispuesto un cesto de varillas rotativo 12 que rodea a un juego de álabes de guía 13. Se trata en este caso de álabes de guía estacionarios que están dispuestos bajo un ángulo de ataque fijo o bien ajustable con respecto al eje de rotación del cesto de varillas. El cesto de varillas 12 gira alrededor de un eje vertical 14. A este fin, un accionamiento 15 está conectado al cesto de varillas 12. Por debajo del cesto de varillas 12 está conectado dentro de la segunda carcasa 11 del clasificador un cono de salida 16 que a su vez está conectado a la salida de producto medio 17. En la parte superior 11a de la carcasa 11 del clasificador está conectada una salida de producto fino 18, siendo evacuada a través de ésta una mezcla de gas-producto fino. Asimismo, en la parte superior 11a de la carcasa están conectadas otras entradas de material 19.

El material de partida que se debe clasificar se alimenta al dispositivo de clasificación 1 a través de la primera entrada de material 5. Por consiguiente, el producto a clasificador llega por esta entrada a la primera etapa de clasificación y, en consecuencia, al clasificador estático 2. A través de la entrada de gas 3 se alimenta el gas de clasificación, por ejemplo aire. Se puede tratar también en este caso, por ejemplo, de gases de secado calientes. El material a clasificar cae ahora sobre el sistema de placas de rebote y de guía 8, 9, produciéndose especialmente la desaglomeración de las tortas y aglomerados originados durante la molienda en una prensa de cilindros. El material es recorrido entonces por el medio de clasificación con un posible secado simultáneo. El clasificador estático trabaja como clasificador de viento de flujo transversal, de modo que el producto grueso cae en el cono de salida inferior 20 a través de la carcasa 2 y es descargado desde allí a través de la descarga de producto grueso 7. Este cono de salida 20 está conectado constructivamente a la parte inferior 11b de la carcasa 11 del clasificador dinámico 3.

El clasificador estático y el clasificador dinámico están unidos uno con otro de manera muy compacta, con lo que el clasificador estático 2 hace transición hacia el clasificador dinámico 3. En efecto, el clasificador estático está conectado lateralmente con su carcasa 4 a la carcasa 11 del clasificador dinámico. En el ejemplo de realización se puede apreciar que la carcasa 4 del clasificador estático 2 hace transición al segmento inferior 11b de la carcasa 11 del clasificador, con lo que el segmento 11b de la carcasa 11 del clasificador puede asociarse funcionalmente a tramos, por un lado, al clasificador estático y, por otro lado, al clasificador dinámico. Este segmento establece la unión entre el clasificador estático y el clasificador dinámico, realizando también el segmento inferior cilíndrico 11b de la carcasa la función de un ciclón.

En cualquier caso, la fracción descargada del clasificador estático 2 entra, juntamente con el gas de clasificación, en el clasificador dinámico 3, concretamente en la zona superior 11a de la carcasa 11 del clasificador, y desde allí en la zona del cesto de varillas 12. Entre este cesto de varillas rotativo 12 y los álabes de guía 13 se produce la clasificación fina deseada. Las porciones "más gruesas" o medias llegan al tubo de caída a través del embudo de caída o cono de caída interior 16 y, en consecuencia, llegan a la salida de producto medio 17 ("tubo de salida de gravilla"). Esta fracción media se denomina también "gravilla". El producto fino se descarga del clasificador juntamente con los gases a través de la salida de producto fino y gas 18. A través de las entradas de material adicionales 19 se puede alimentar más material directamente a la segunda etapa de clasificación. Se puede tratar entonces, por ejemplo, de material que se alimenta desde un dispositivo de trituración adicional, por ejemplo un molino de bolas. Se entrará aún en más detalle sobre esto en relación con la figura 6.

Las figuras 2 y 3 muestran ahora que el clasificador estático 2 está conectado según la invención con una primera carcasa de clasificador 4, a manera de pozo y dispuesta oblicuamente con respecto a la vertical, directamente a la segunda carcasa 11 del clasificador dinámico 3, concretamente con orientación tangencial o en forma de espiral en el ejemplo de realización. La figura 2 muestra una forma de realización con conexión en forma de espiral, mientras que la figura 3 muestra una forma de realización con conexión tangencial.

En los dos ejemplos de realización se puede reconocer que dos clasificadores estáticos 2 con dos carcasas 4 están conectados cada uno de ellos a la carcasa 11 del clasificador dinámico 3. En consecuencia, el clasificador dinámico 3 es solicitado en paralelo por dos clasificadores estáticos 2. A este fin, los dos clasificadores estáticos 2 están posicionados con un decalaje de 180° en el ejemplo de realización. La dirección de giro del cesto de varillas puede corresponder a la dirección de conexión de la conexión tangencial o en forma de espiral o bien puede estar realizada en sentido contrario a ésta.

La forma de realización representada en las figuras 4 y 5 corresponde sustancialmente a la forma de realización según las figuras 1 y 3. Se diferencia geoméricamente en particular por la disposición y configuración del embudo

de salida 16 del clasificador dinámico, que en la forma de realización según las figuras 4 y 5 se extiende por toda la altura del segmento inferior 11b de la carcasa 11 del clasificador y también por toda la altura de la carcasa 4 del clasificador estático 2. Prescindiendo de esto, las formas de realización según las figuras 1 a 3, por un lado, y 4 y 5, por otro lado, se diferencian en su diseño geométrico, particularmente en la zona del clasificador estático y sus insertos de guía. La constitución básica y el funcionamiento son idénticos.

Se adjudica una importancia especial a la primera carcasa de clasificador a manera de pozo, que está conectada a la segunda carcasa de clasificador con una orientación tangencial o en forma de espiral. Las figuras muestran a este respecto que esta primera carcasa 4 a manera de pozo o su pared de pozo (inferior) 21 están orientadas oblicuamente con respecto a la vertical bajo un ángulo prefijado α . En el ejemplo de realización este ángulo α es de aproximadamente 40° a 60° , por ejemplo alrededor de 50° . Por lo demás, se puede apreciar que la zona de clasificación del clasificador estático, formada entre las placas de rebote 8, 9 dispuestas a manera de escalera una debajo de otra, está orientada oblicuamente con respecto a la vertical bajo un ángulo determinado β . En el ejemplo de realización este ángulo β es de aproximadamente 20° a 40° , por ejemplo 25° . Esta carcasa 4 orientada oblicuamente en su conjunto está conectada según la invención, en forma de espiral o tangencialmente, a la carcasa del clasificador dinámico.

Las figuras muestran una forma de realización en la que el clasificador estático está ciertamente conectado a un lado del clasificador dinámico, pero está posicionado espacialmente por debajo del cesto de varillas rotativo. Sin embargo, se pueden materializar también opcionalmente unas formas de realización en las que el clasificador estático está dispuesto (al menos a tramos) a la misma altura que el cesto de varillas rotativo. Lo mismo rige para formas de realización con varios clasificadores estáticos.

Por lo demás, en las formas de realización representadas se efectúa la alimentación de aire especialmente a través de la entrada de gas de clasificación 6 representada. Como alternativa o como complemento, pueden estar previstas entradas de gas de clasificación adicionales que estén formadas especialmente por aberturas dispuestas en la pared 21 del pozo. Esto no se representa en las figuras. Tales aberturas pueden ser abiertas y cerradas con ayuda de medios adecuados, por ejemplo trampillas, compuertas o similares, haciéndose posible especialmente con medios ajustables una adaptación variable y, por tanto, una regulación variable de la cantidad de aire.

La disposición de las placas de rebote 8, 9 está representada únicamente a título de ejemplo en las figuras. Se ha insinuado que los puntos de articulación de las placas de rebote 8, 9 no tienen que estar situados sobre una recta común, sino que pueden estar dispuestos a distancia uno de otro. Esto se ha insinuado especialmente en la figura 4. Sin embargo, está alternativamente dentro también del ámbito de la invención el que los puntos de articulación de las placas de rebote o de guía estén dispuestos (aproximadamente) sobre una recta o bien estén configurados como dentados y, en consecuencia, encajando uno dentro de otro. Sin embargo, pueden estar realizados también - como se representa en las figuras - con cierta distancia entre los puntos de articulación, siendo esta distancia en la figura 4 netamente mayor que en la figura 1. La distancia vertical entre las distintas placas no tiene que ser la misma, sino que puede variar de una placa a otra. Las placas pueden estar ajustadas también con ángulos diferentes.

El clasificador 1 de varias etapas según la invención se puede integrar de manera especialmente preferida en una instalación de molienda de una sola etapa o de varias etapas, como se representa a título de ejemplo en la figura 6. Se representa a título de ejemplo una instalación de molienda de cemento. En el centro de la imagen se puede apreciar el clasificador 1 de varias etapas, que se compone de un clasificador estático 2 y un clasificador dinámico 3. Por debajo del clasificador 1 está representado un primer dispositivo de trituración 22 en la forma de realización como prensa de cilindros y, en consecuencia, como un molino de cilindros de lecho de producto 22. Asimismo, un segundo dispositivo de trituración 23 está representado como molino de bolas 23 en la forma de realización.

La instalación de molienda de dos etapas representada trabaja como sigue:

El material de partida a triturar es alimentado desde uno o varios depósitos 24, por ejemplo a través de dispositivos de transporte 25, 26, que desembocan en el dispositivo de clasificación 1 a través de la entrada de material 5. Se efectúa allí de la manera ya descrita la clasificación del material en tres fracciones. El producto grueso descargado de la salida de producto grueso 7 se alimenta de nuevo a la prensa de cilindros 22. Este producto llega desde allí nuevamente al dispositivo de clasificación 1 a través de los dispositivos de transporte 27 y 25, 26. El producto medio descargado de la segunda etapa de clasificación, es decir, la fracción media, se alimenta al molino de bolas 23 a través de la salida de producto medio 17 y el dispositivo de transporte 28. En consecuencia, la instalación de molienda presenta la prensa de cilindros 22 para la molienda previa del material y el molino de bolas 23 para la molienda posterior del material. El molino de bolas 23 está equipado, por ejemplo, con una chimenea de extracción de material 29, un filtro de desempolvado 30 y un ventilador 31. En consecuencia, el material que sale del molino de bolas 23 es alimentado a través de los dispositivos de transporte 29, 32, 33, con los cuales es llevado al clasificador dinámico 3. Este material llega allí nuevamente a la segunda etapa de clasificación a través de las entradas de material 19.

La fracción más fina es extraída del dispositivo de clasificación, concretamente del clasificador dinámico 3, juntamente con los gases, a través de la salida de producto fino 18 y llevada al ciclón de separación

siguiente 34. Esta fracción es separada aquí, como producto terminado, de los gases que se extraen con el ventilador 35 y se realimentan parcialmente al dispositivo clasificador 1 y parcialmente o bien por completo a un lugar de desempolvado.

5 La instalación de molienda de dos etapas representada puede modificarse en una ejecución alternativa. Así, por ejemplo, la prensa de cilindros 22, en contraste con la disposición representada, puede colocarse por encima del dispositivo clasificador 1. En este caso, se carga entonces primeramente el producto nuevo a moler en la prensa de cilindros, desde la cual el material previamente molido es conducido al dispositivo clasificador según la invención. El material es clasificado allí nuevamente en tres fracciones de la manera descrita. Esta forma de realización no está representada.

10 Como alternativa, existe, además, la posibilidad de integrar un segundo dispositivo de clasificación separado en la instalación de molienda de dos etapas, de modo que el producto de descarga del molino de bolas no sea entonces alimentado al primer dispositivo de clasificación representado en las figuras, sino a un segundo dispositivo de clasificación separado no representado. Como alternativa, se puede trabajar también únicamente con un solo dispositivo de trituración, por ejemplo la prensa de cilindros representada, con lo que se prescinde entonces del molino de bolas adicional. La molienda de acabado se realiza entonces en la prensa de cilindros, formando entonces el dispositivo de clasificación según la invención y la prensa de cilindros una instalación de molienda en circuito cerrado "sencilla" y "de una sola etapa". Esto no está tampoco representado en las figuras. Sin embargo, el clasificador de varias etapas según la invención puede utilizarse igualmente para los diferentes tipos de instalaciones de molienda.

20

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) de clasificación de un producto granular en al menos tres fracciones, que comprende
 al menos un primer clasificador estático (2) que forma una primera etapa de clasificación y al menos un clasificador
 5 dinámico (3) que forma una segunda etapa de clasificación, estando configurado el clasificador estático (2) como un
 clasificador de flujo transversal y presentando en una carcasa (4) del clasificador, con al menos una primera entrada
 de material (5), al menos una entrada de gas de clasificación (6) y al menos una salida de producto grueso (7),
 varios insertos de rebote y/o de guía (8, 9) dispuestos uno debajo de otro a manera de escalera,
 estando el clasificador dinámico (3) configurado como un clasificador de cesto de varillas con un cesto de varillas
 10 rotativo (12) y presentando una carcasa (11) cilíndrica al menos a tramos con al menos una salida de producto
 medio (17) y una salida de producto fino (18), **caracterizado** por que
 el clasificador estático (2) está conectado con su carcasa (4) directamente a un lado de la carcasa (11) del
 clasificador dinámico (3) y hace transición a ésta con una orientación tangencial o en forma de espiral, y
 el cesto de varillas (12) del clasificador dinámico (3) gira alrededor de un eje vertical (14) y
 la carcasa (11) del clasificador dinámico (3) presenta un segmento de carcasa superior (11a), en el que está
 15 dispuesto el cesto de varillas rotativo, y un segmento de carcasa inferior (11b), estando el clasificador estático (2)
 conectado con su carcasa (4) al segmento de carcasa inferior (11b) y haciendo transición a éste.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que los insertos de rebote y/o de guía están formados por
 chapas de rebote y/o de guía (8, 9) inclinadas una con respecto a otra.
3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado** por que la inclinación de las placas de rebote y/o de guía (8,
 20 9) es ajustable.
4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que los insertos de rebote y/o de guía (8, 9) están
 formados por insertos a manera de tejado.
5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado** por que los insertos a manera de tejado son desplazables en
 dirección horizontal.
- 25 6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** por que la carcasa (4) a manera de
 pozo o al menos una pared (21) del pozo de esta carcasa del clasificador estático (2) está orientada oblicuamente
 con respecto a la vertical, por ejemplo bajo un ángulo prefijado (α) comprendido entre 10° y 70° con relación a la
 vertical.
- 30 7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** por que la zona de clasificación del
 clasificador estacionario (2) formada entre los insertos de rebote y/o de guía (8, 9) dispuestos uno debajo de otro a
 manera de escalera está orientada bajo un ángulo prefijado (β) comprendido entre 10° y 70° con respecto a la
 vertical.
8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** por que la entrada de gas de
 35 clasificación (6) está formada por al menos una abertura de entrada dispuesta oblicuamente por encima de los
 insertos (8, 9).
9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** por que la entrada de gas de
 clasificación (6) está formada alternativa o adicionalmente por varias aberturas, dispuestas en la pared (21) del pozo
 de la carcasa (4) del clasificador estático (2) y eventualmente ajustables, o por una zona de esta carcasa que carece
 de la pared del pozo.
- 40 10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** por que en la carcasa (3) del
 clasificador estacionario (2) están dispuestos unos dispositivos de distribución de aire, por ejemplo chapas
 agujereadas, delante de los insertos de rebote y/o de guía (8, 9), considerado en la dirección del flujo.
11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** por que la conexión tangencial o en
 45 espiral está orientada en la dirección de giro del cesto de varillas (12) o en el sentido contrario a la dirección de giro
 de dicho cesto.
12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** por que la carcasa (11) del
 clasificador dinámico (3) presenta al menos una segunda entrada de material (19).
13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** por que dos o varios clasificador
 estáticos (2) con sendas carcasas (4) están conectados lateralmente al clasificador dinámico (3).

14. Dispositivo según la reivindicación 13, **caracterizado** por que los varios clasificadores estáticos (2) están dispuestos de manera equidistante a lo largo del perímetro con un decalaje de $360^\circ/n$, correspondiendo n al número de clasificadores estáticos.
- 5 15. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado** por que en la carcasa (11) del clasificador dinámico (3), por ejemplo en su segmento de carcasa inferior (11b), están dispuestos unos insertos de rebote adicionales que están montados preferiblemente en el lado interior de la pared de la carcasa.
16. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** por que la carcasa (11) del clasificador dinámico (3) está provista de una o varias alimentaciones de aire adicionales en forma de una derivación, por ejemplo en su segmento de carcasa superior (11a).
- 10 17. Instalación de molienda, en particular instalación de molienda en circuito cerrado o instalación de molienda de varias etapas, para la trituración de un producto granular con al menos un primer dispositivo de trituración (22) y con al menos un dispositivo de clasificación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16,
- en la que el material que sale del primer dispositivo de trituración (22) entra en el dispositivo de clasificación a través de la primera entrada de material (5),
- 15 en la que el producto grueso que sale de la salida de producto grueso (7) del clasificador estático (2) se alimenta al primer dispositivo de trituración (22) y
- en la que el producto medio que sale del clasificador dinámico (3) se alimenta al primer dispositivo de trituración (22) o a un segundo dispositivo de trituración adicional (23).
- 20 18. Instalación según la reivindicación 17 con un segundo dispositivo de trituración (23), en la que el producto medio que sale del clasificador dinámico (3) se alimenta completa o parcialmente al segundo dispositivo de trituración (23), y
- en la que el material que sale del segundo dispositivo de trituración (23) se alimenta, a través de la segunda entrada de material (19), al clasificador dinámico (3) o a un segundo dispositivo de clasificación separado.
- 25 19. Instalación según la reivindicación 17 o 18, **caracterizada** por que el primer dispositivo de trituración (22) está configurado como una prensa de cilindros y/o el segundo dispositivo de trituración (23) está configurado como un molino de bolas.

Fig.1

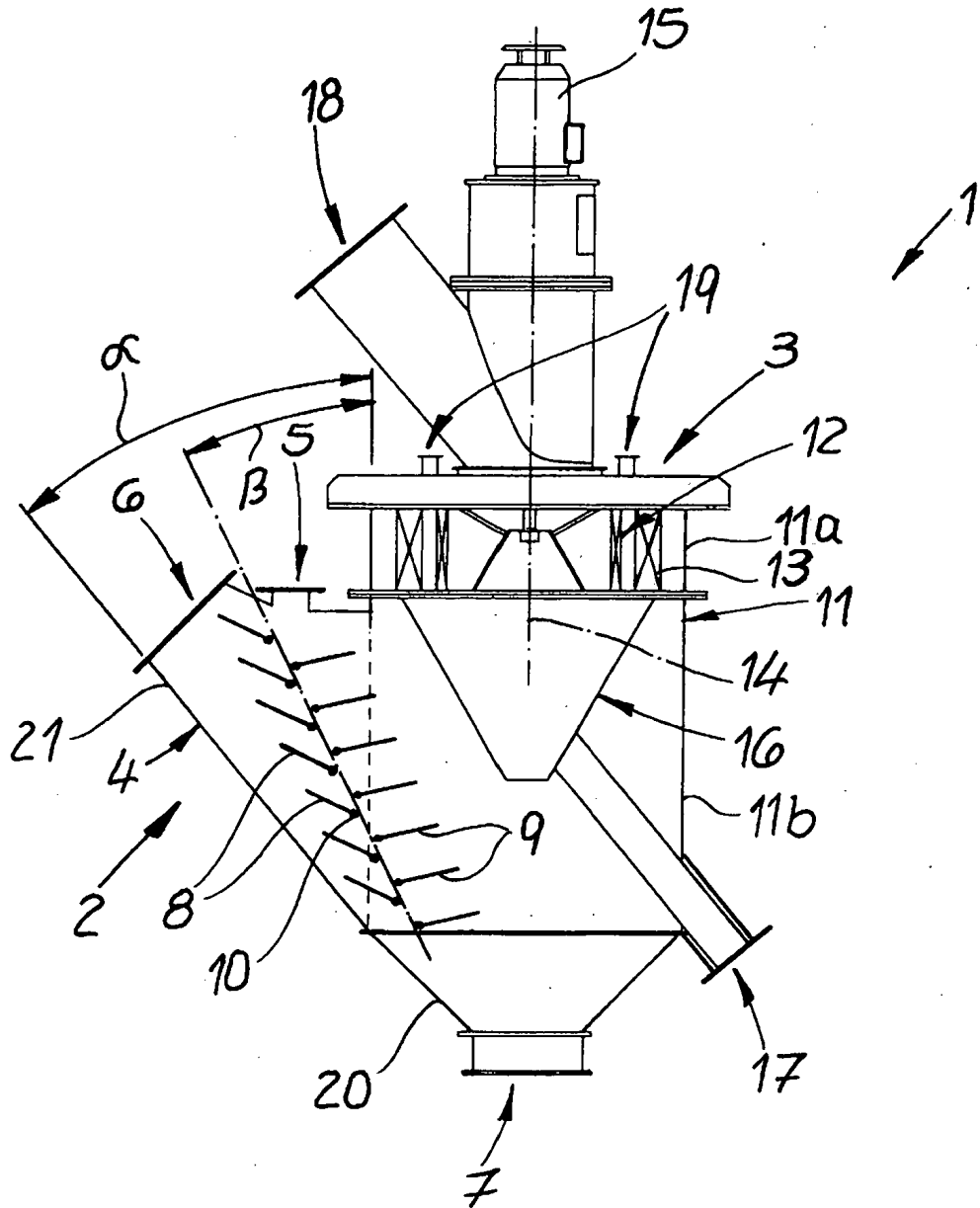


Fig.2

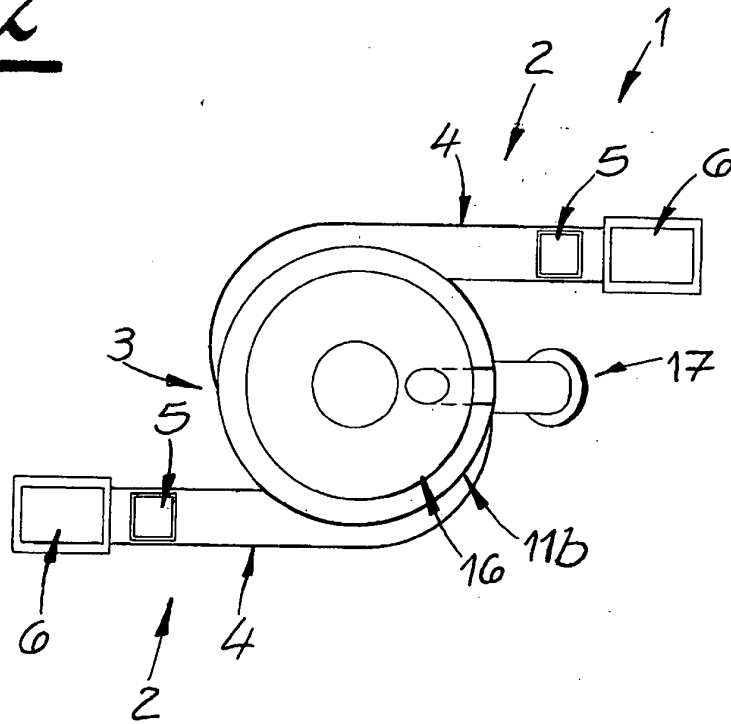


Fig.3

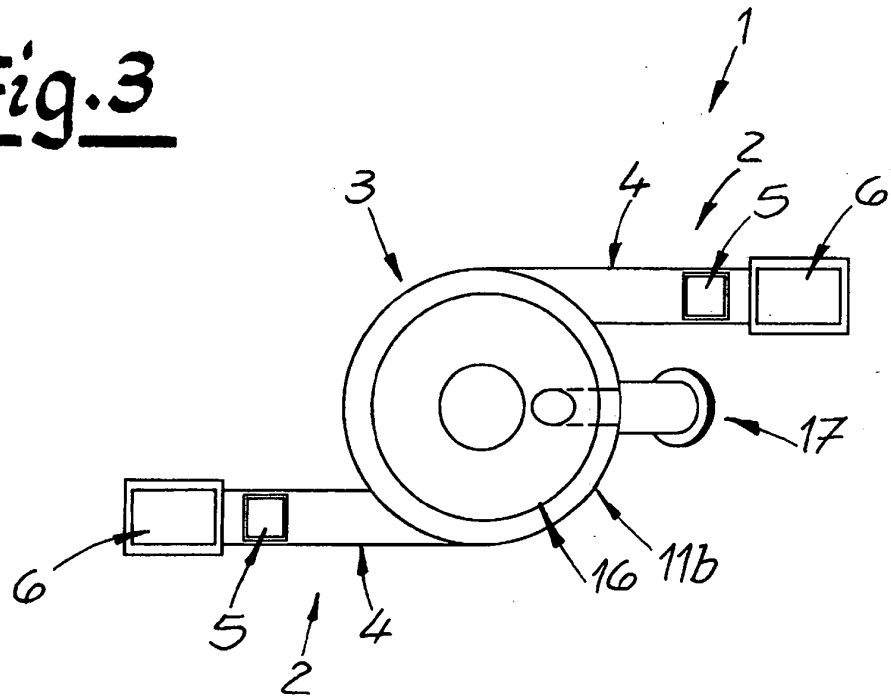


Fig. 4

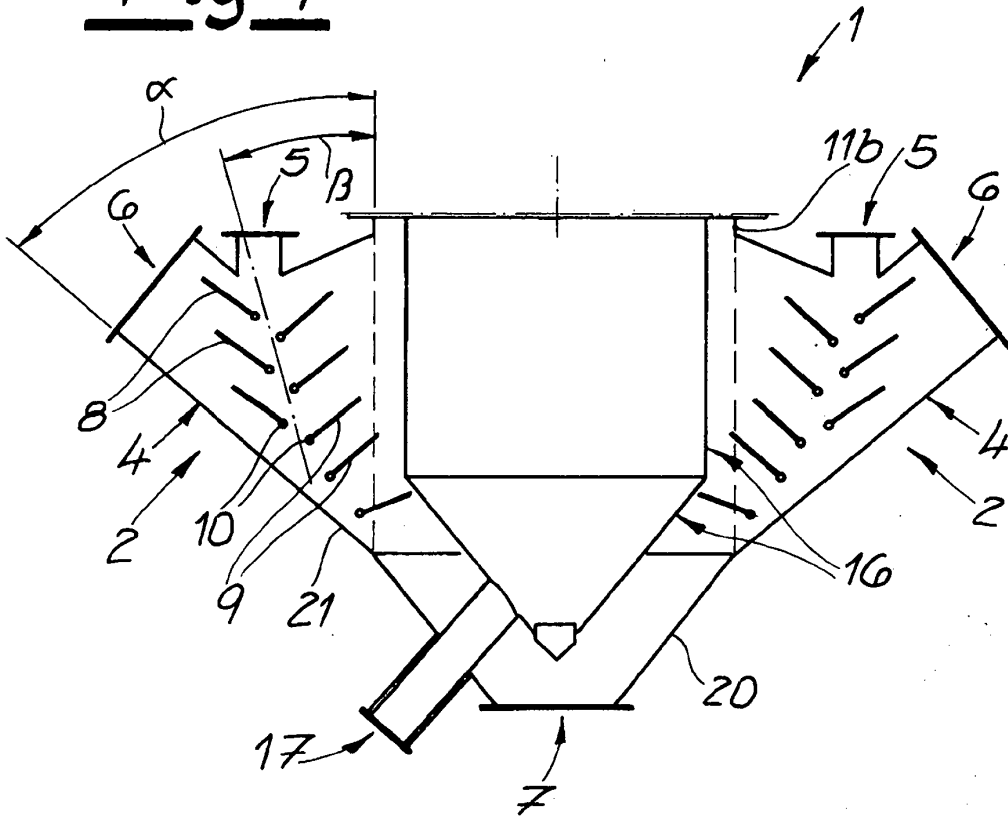


Fig. 5

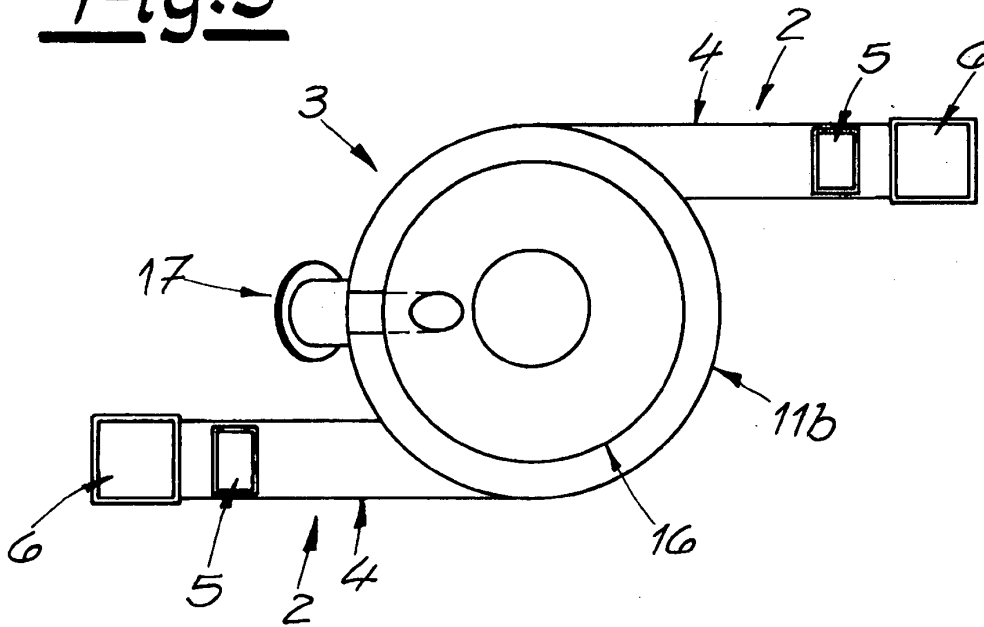


Fig. 6

