

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 572**

51 Int. Cl.:

B03B 5/28 (2006.01)

B03B 5/36 (2006.01)

B03B 11/00 (2006.01)

B03B 13/00 (2006.01)

B29B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2004 E 08015886 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **11.03.2009 EP 2033713**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la separación por flotación e inmersión de partículas sólidas de diferente densidad**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2013

73 Titular/es:

**APK ALUMINIUM UND KUNSTSTOFFE AG
(100.0%)
Beunaer Strasse 1-2
06217 Merseburg, DE**

72 Inventor/es:

LINDNER, WOLFGANG

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ-VEGA FEIJOO, María Covadonga

ES 2 395 572 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 y procedimiento para la separación por flotación e inmersión de partículas sólidas de diferente densidad

La invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para la separación por flotación e inmersión de partículas sólidas de diferente densidad según el preámbulo de la reivindicación 1 o 10.

5 La separación por flotación e inmersión se utiliza para diferentes objetivos. En el caso del reciclaje de plásticos sirve por ejemplo para, a partir de plásticos no clasificados triturados para dar un granulado, separar las impurezas tales como, por ejemplo, poli(cloruro de vinilo), que al fundirse o gasificarse libera gases de cloro no deseados. En otro objetivo debe separarse, por ejemplo, material molido de polietileno de material molido de polipropileno para obtener dos plásticos lo más puros posible a modo de producto nuevo al menos con respecto a las propiedades mecánicas
10 más importantes. Campos de aplicación adicionales son por ejemplo la separación de partículas de metal y plástico o caucho en el reciclaje de cables, partículas de plástico de fibras de papel en la reutilización de desechos a partir de la reutilización de papel viejo y la separación de metales no féreos de hierro.

15 Para ello se pone en suspensión una mezcla de sólidos que van a separarse con un medio de separación, cuya densidad se ajusta entre la densidad de los materiales valiosos que van a volver a reutilizarse y las impurezas respectivas. La mezcla se separa a este respecto en una fracción ligera que flota y una fracción pesada se sumerge a consecuencia de la acción de la gravedad, que en cada caso se descargan, dado el caso se secan y a continuación se procesan adicionalmente.

20 Con el fin de una separación de plásticos se conoce a partir del documento DE 199 30 161 A1 introducir la suspensión a través de un tubo de alimentación de subida vertical en el centro de una cámara de separación cilíndrica y permitir la formación de las fracciones en una sección transversal que aumenta radialmente hacia fuera desde la zona de inyección, que está delimitada por dos conos circulares situados uno sobre otro en el centro de la cámara de separación con la punta, y conducir las desde las superficies de cono circular hacia un disco circular exterior superior o inferior de la cámara de separación, saliendo las fracciones completamente formadas de la cámara de separación y entrando en un recipiente colector superior o inferior.

25 A este respecto es desventajoso que la velocidad de salida de la suspensión a consecuencia del tubo de alimentación de subida vertical tenga que ser mayor que la velocidad de inmersión de las partículas sólidas más pesadas, para que éstas no vuelvan a sedimentar. Debido a esta alta velocidad de salida se produce una corriente turbulenta al menos en la zona de la salida, de modo que en particular las partículas sólidas con una densidad próxima a la densidad del medio de separación así como las partículas sólidas pequeñas llegan al flujo de fracción que flota o se sumerge según el principio aleatorio. Por tanto con el dispositivo conocido no puede conseguirse una separación con una precisión aceptable. Además el caudal está muy limitado por la formación de turbulencias a altas velocidades de salida.
30

35 Por el documento DE 199 81 222 C1 se conoce un dispositivo similar, en el que los conos circulares están dispuestos entre dos chapas horizontales en forma de disco circular y junto con éstas forman una unidad de desvío dispuesta en el centro de la cámara de separación para la suspensión introducida en vertical hacia arriba a presión con en primer lugar una característica turbulenta en una corriente laminar dirigida radialmente hacia fuera en el caso ideal.

40 No obstante la pureza y selectividad que pueden conseguirse en este caso también son insuficientes. Así, el documento DE 199 81 222 C1 indica como diámetro adecuado de las partículas sólidas el intervalo entre aproximadamente 10 y 50 mm. Sin embargo, el diámetro necesario para una pureza óptima en la reutilización de plásticos se encuentra muy por debajo, concretamente a aproximadamente de 2 a 7 mm, produciéndose en la trituración aún hasta un 15% en peso de partículas sólidas con un diámetro de hasta 0,5 mm. Los experimentos con plásticos típicos para vehículos han dado como resultado que ya con un diámetro de granulado de aproximadamente 7 mm existe entre un 20 y un 30% de partículas sólidas en la fracción ligera que flota, que en realidad pertenecen a la fracción pesada que se sumerge. Por tanto, con el dispositivo conocido por el documento DE 199 81 222 C1 no pueden conseguirse una pureza y selectividad elevadas.
45

50 Además es problemática la distancia óptima de las chapas. En caso de que la distancia sea demasiado grande, las partículas sólidas con una densidad próxima a la densidad del medio de separación al salir a la cámara de separación no llegan a la mitad de corriente correspondiente y se arrastran con la corriente errónea. Si, por el contrario, la distancia es demasiado pequeña, se produce una alta velocidad de corriente, de modo que las partículas sólidas en el dispositivo de desvío se arrastran según su distribución aleatoria tras la salida del tubo de alimentación y además al pasar a la cámara de separación se generan turbulencias adicionales, que afectan a la formación de las fracciones.

55 Además, tras apagar el dispositivo, se depositan partículas sólidas sobre las chapas horizontales, que con la puesta en marcha posterior se descargan con la fracción pesada de la cámara de separación, antes de que se ajusten las relaciones de corriente estables para el funcionamiento.

Finalmente, en el caso de los dispositivos y procedimientos conocidos se ignora por completo un efecto adicional. En

concreto se ha encontrado que al introducir las partículas sólidas en el medio de separación, se adhieren partículas de aire a las partículas sólidas y pueden reducir su densidad específica efectiva. De este modo una parte de las partículas sólidas pesadas específicas llega a la fracción ligera que flota y la contamina. Este efecto es muy marcado en particular en los denominados plásticos técnicos tales como materiales molidos de plástico duro de PVC, poliamida y PVC, ya estén reforzados o no. Por el documento DE 196 32 494 C1 se conoce un dispositivo para clasificar mezclas de recortes de plástico, en el que las burbujas de aire adheridas a los recortes de plástico se eliminan mediante remolino de la mezcla.

Por tanto, con los dispositivos y procedimientos conocidos, en particular en las condiciones que predominan en la reutilización de plásticos, y con un caudal elevado, no puede conseguirse una separación precisa satisfactoria.

La invención se basa por tanto en el objetivo de crear un dispositivo y un procedimiento para la separación por flotación e inmersión de partículas sólidas de diferente densidad según el preámbulo de la reivindicación 1, que con un caudal elevado permitan una separación más precisa.

Este objetivo se soluciona según las características de la reivindicación 1 ó 10.

El efecto de empuje ascensional debido a elementos de empuje ascensional adherentes puede contrarrestarse según la invención mediante una desgasificación al menos parcial del medio de separación. Para ello un dispositivo de mezclado, en el que las partículas sólidas se introducen en el medio de separación, puede estar conectado aguas arriba de un dispositivo de desgasificación. El medio de separación que sale del dispositivo de desgasificación y entra en el dispositivo de mezclado ya no está en equilibrio de gas y absorbe el aire adherido a las partículas sólidas hasta su estado de equilibrio de gas. Así, con un ajuste óptimo de los parámetros de desgasificación en el medio de separación y en el dispositivo de desgasificación, el efecto de empuje ascensional puede reducirse en tal medida o incluso suprimirse de tal modo, que se consigue una selectividad no alcanzada hasta el momento con un caudal elevado.

Además puede contrarrestarse el efecto de empuje ascensional mediante una excitación de oscilaciones del flujo de suspensión en particular en la zona de la desembocadura del canal de alimentación en la cámara de separación, dado el caso también en el canal de alimentación. Mediante las oscilaciones, los elementos de empuje ascensional pueden desprenderse de las partículas sólidas. La excitación de oscilaciones produce además la separación de las partículas sólidas adheridas entre sí.

Como resultado, con el procedimiento reivindicado y el dispositivo reivindicado se consigue una separación considerablemente más precisa con un caudal elevado.

Configuraciones adicionales de la invención se deducen de la siguiente descripción y las siguientes reivindicaciones dependientes.

Mediante un canal que discurre en oblicuo con una suspensión alimentada de manera transversal al eje longitudinal, las fracciones pueden formarse en una corriente laminar en cada caso por un trayecto largo. A este respecto las turbulencias ya se reducen en el canal de alimentación y la corriente pasa en la zona de entrada del canal completamente al estado laminar. En el canal la fracción ligera y la pesada están muy próximas entre sí, de modo que las partículas sólidas llegan rápidamente por la acción de la gravedad a la fracción correspondiente. Mediante un dispositivo de descarga para descargar un flujo de fracción puede ajustarse la velocidad de corriente del flujo de fracción pesada en el canal a un valor deseado y mantenerse constante. Se consigue una acción de separación óptima con caudal elevado.

A este respecto, el canal proporciona en cada caso una superficie de separación para las partículas sólidas ascendentes y para las descendentes a lo largo de la que pueden deslizarse, a consecuencia de las velocidades reducidas del medio de separación que predominan en la capa límite, hacia la cabeza colectora respectiva. Además, en particular a mayores velocidades de corriente, el canal tiene un efecto tranquilizador sobre el medio de separación, es decir, reduce las turbulencias.

En una forma de realización, en la cámara de separación, mediante una o varias placas paralelas distanciadas entre sí en vertical, se forman varios canales. De este modo se aumenta el caudal con una demanda de espacio esencialmente constante.

A este respecto, las placas pueden extenderse desde la cámara de separación hacia el interior del canal de alimentación para la suspensión, para contrarrestar las turbulencias. Las placas se extienden entonces preferiblemente no más de un 1/3 en el interior del canal de alimentación, porque de lo contrario se impide una separación previa de las partículas sólidas en el canal de distribución.

Preferiblemente entre la abertura de alimentación para la suspensión y la cabeza colectora superior está prevista una abertura de alimentación adicional para medio de separación sin partículas sólidas. A este respecto la cantidad de suspensión M_S alimentada por unidad de tiempo y la cantidad de regulación M_R alimentada por unidad de tiempo de medio de separación puro se ajustan en la cámara de separación en particular de tal manera que la cantidad de regulación M_R introduce mediante dosificación más volumen de medio de separación, de lo que debe fluir al interior

5 de la cabeza colectora superior para la fracción ligera. De este modo se consigue que todas las partículas de material pesado, es decir, también aquéllas que inicialmente flotan aún en su zona superior en la zona de admisión del flujo de suspensión debido a la falta de separación previa, estén expuestas a la elevada corriente de fracción pesada y así sólo puedan llegar al flujo de fracción ligera, cuando su fuerza de empuje ascensional lleve a una velocidad de subida mayor que la componente vertical del flujo parcial dirigido también hacia abajo de la cantidad de regulación M_R .

10 También puede contrarrestarse de manera eficaz en determinadas zonas el efecto de empuje ascensional debido a elementos de empuje ascensional adherentes mediante el ajuste de una velocidad diferencial entre el flujo de fracción ligera dirigido hacia arriba por un lado y el flujo de fracción pesada dirigido hacia abajo por el otro. La velocidad diferencial es en este caso la magnitud de la velocidad del flujo de fracción pesada menos la magnitud de la velocidad del flujo de fracción ligera en cada caso a lo largo de los canales.

15 La velocidad diferencial se ajusta a este respecto mediante el control de la capacidad de elevación de una bomba para descargar la fracción pesada de la cabeza colectora inferior y de la cantidad de medio de separación alimentada a un dispositivo de mezclado por unidad de tiempo. De este modo puede ajustarse de manera sencilla y precisa la velocidad diferencial sin la necesidad de un control complejo. En caso de ser necesaria una constancia del volumen de descarga de la fracción pesada se regula la velocidad diferencial preferiblemente a través de la cantidad de admisión de suspensión. Es posible una combinación de ambas posibilidades de regulación.

20 La velocidad diferencial puede ajustarse a un valor entre 0 y 1,5 y preferiblemente entre 0 y 0,9 cm por segundo, de modo que el flujo de fracción que flota, flota más lentamente en la medida de la magnitud ajustada de lo que se sumerge el flujo de fracción que se sumerge. Con este ajuste pueden separarse de manera muy precisa en particular plásticos con una densidad mayor que $1,24 \text{ g/cm}^3$ de aquéllos con densidades menores que $1,24 \text{ g/cm}^3$.

25 Preferiblemente puede ajustarse el ángulo α entre el canal y la horizontal. A medida que aumenta α disminuye la componente de velocidad horizontal de la corriente. Por tanto se requiere un tramo de canal correspondientemente más largo, hasta que las partículas sólidas lleguen a la pared de canal respectiva. Valores adecuados para α son $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ y preferiblemente $35^\circ < \alpha < 45^\circ$.

Configuraciones adicionales de la invención se deducirán a partir de la siguiente descripción y las siguientes reivindicaciones dependientes.

La invención se explicará en más detalle a continuación mediante los ejemplos de realización representados en las figuras adjuntas.

30 La figura 1 muestra una vista lateral de un dispositivo para la separación por flotación e inmersión.

La figura 2 muestra una vista frontal del dispositivo de la figura 1.

La figura 3 muestra un corte a lo largo de la línea A-A de la figura 1.

Las figuras 4 y 5 muestran en cada caso otra forma de realización en corte a lo largo de la línea A-A de la figura 1.

La figura 6 muestra una unidad para la excitación de oscilaciones.

35 La figura 7 muestra una unidad adicional para la excitación de oscilaciones.

La figura 8 muestra el dispositivo de la figura 1 con componentes conectados al mismo.

La figura 9 muestra un fragmento de una forma de realización adicional en una vista desde arriba.

La figura 10 muestra un esquema de procedimiento simplificado de una instalación de separación con un dispositivo de desgasificación.

40 La figura 11 muestra una forma de realización del dispositivo de separación con un tornillo sin fin.

El dispositivo 1 para la separación por flotación e inmersión representado en las figuras 1 a 3 comprende una cámara 2 de separación que puede llenarse con una suspensión de partículas sólidas que van a separarse y un medio de separación, con canales 3 que desembocan en cabezas 4,5 colectoras inferior y superior dispuestas a diferente altura para partículas sólidas que por la acción de la gravedad se sumergen o flotan en los canales 3.

45 Los canales 3 se forman en este caso mediante cuatro placas 6 paralelas a la misma distancia en vertical así como paredes 7 laterales de la cámara 2 de separación. La placa 6 superior y la inferior forman al mismo tiempo una pared 8 superior o inferior de la cámara 2 de separación. La distancia entre dos placas 6 adyacentes es a este respecto convenientemente menor que la distancia entre las paredes 7 laterales, de modo que se produce una sección transversal rectangular con una superficie conductora grande en cada caso para las partículas sólidas que flotan e indicadas en la figura 3 con un punto así como las partículas sólidas que se sumergen e indicadas en la figura 3 con una cruz. También pueden estar previstas sólo tres placas 6, que formen dos canales 3, así como más de cuatro

placas 6, formándose convenientemente de 2 a 20, preferiblemente de 2 a 10 canales. Además la cámara 2 de separación también puede estar configurada en forma de tubo con varios canales 3 separados en particular mediante placas 6, véanse las figuras 4 y 5.

5 El ángulo α entre los canales 3 y la horizontal es posible en este caso mediante un desplazamiento en altura de uno de los dos pilares que soportan la cámara 2 de separación, por ejemplo mediante un mecanismo de tornillo/husillo, una unidad hidráulica o similar, de manera continua o mediante inserción y enroscado telescópico de dos elementos de pilar dispuestos de manera concéntrica.

10 Entre las cabezas 4,5 colectoras, en una de las paredes 7 laterales está prevista una abertura 9 de alimentación para la suspensión, véase la figura 4. La suspensión puede introducirse de manera transversal al eje longitudinal de los canales 3. Para ello a la abertura 9 de alimentación está conectado un canal 10 de alimentación en particular horizontal, que en este caso presenta una sección transversal que se amplía y que reduce la velocidad de corriente. El canal 10 de alimentación tiene a este respecto convenientemente una longitud, que no es menor que el diámetro vertical de la abertura 9 de alimentación, véase la figura 4, aunque puede ser claramente más larga, véase la figura 5, para que la suspensión alimentada esté lo más libre de turbulencias posible. En la zona de la abertura 9 de alimentación las placas 6 pueden estar interrumpidas, en particular perforadas, para una mejor distribución de la suspensión, y dado el caso extenderse al interior del canal 10 de alimentación hasta preferiblemente 1/3 de su longitud.

20 En el caso de dispositivos de separación con un elevado número de canales 3 de corriente, por ejemplo más de 3 canales de corriente, el canal de alimentación puede obtener un número de canales de alimentación secundarios correspondiente al número de canales 3 de corriente, de modo que se garantiza una distribución sencilla y uniforme del flujo de suspensión hacia los canales de corriente individuales.

25 La abertura 9 de alimentación, en tareas de separación en las que la fracción ligera es la fracción objetivo con el requisito de pureza más elevado, se dispone más cerca de la cabeza 5 colectoras inferior que de la cabeza 4 colectoras superior, para que las partículas sólidas de la fracción pesada que se arrastran con el flujo de fracción ligera ascendente puedan llegar aún antes de la entrada en la cabeza 4 colectoras superior al flujo de fracción pesada descendente. En caso de que la fracción pesada sea la fracción objetivo, la abertura 9 de alimentación estará dispuesta de manera correspondiente más cerca de la cabeza 4 colectoras superior.

30 En casos en los que el peligro de arrastre de partículas pesadas al flujo de fracción ligera sea demasiado grande, puede disponerse una abertura de alimentación adicional por encima de la abertura 9 de alimentación, a través de la cual por medio de un canal 11 de alimentación correspondiente se introduce mediante dosificación medio de separación puro a modo de la denominada cantidad de regulación en la cámara 2 de separación. Esta cantidad de regulación se ajusta preferiblemente de tal manera que el flujo parcial que fluye desde la misma hacia abajo tiene una velocidad de corriente mayor que la velocidad de subida de las partículas sólidas pesadas que de lo contrario se arrastran en el flujo de fracción ligera.

35 Además puede estar prevista una unidad 12 para la excitación de oscilaciones con al menos un motor, un elemento piezoeléctrico o similar, que al actuar sobre las placas 6 y/o las paredes laterales 7 de la cámara 2 de separación provoque la oscilación del medio de separación así como de las partículas sólidas de la suspensión. En caso de que las partículas lleguen a nodos de oscilación del medio de separación, la acción de limpieza de las oscilaciones es especialmente eficaz. Depende del objetivo y del material que va a separarse qué excitadores de oscilación y que frecuencia de oscilación se utilicen. En el caso de una separación de plásticos, los excitadores de oscilación mecánicos con frecuencias en el intervalo entre 10000 y 45000 min^{-1} han mostrado un efecto muy bueno. En el caso de partículas sólidas con elementos de empuje ascensional pudo reducirse de este modo, con una calidad de separación igual, la diferencia de velocidad de los dos flujos parciales en los canales 3 entre un 20 y aproximadamente un 30%, es decir, pudo aumentarse de manera correspondiente el caudal de sólidos.

45 Mediante el uso de generadores de ultrasonidos pueden eliminarse en el intervalo de frecuencia de desde 10 hasta 40 kHz, preferiblemente de 15 a 25 kHz mediante efectos de cavitación de manera segura no sólo elementos de aire de las partículas sólidas, sino también líquidos más ligeros con una buena humectación así como finos con una densidad menor.

50 La unidad 12 puede estar colocada a este respecto en una pared exterior de la cámara 2 de separación, véase la figura 1. Alternativa o adicionalmente también puede provocarse la oscilación directa de las placas 6. En una forma de realización, para ello, está previsto un elemento 13 de inserción que puede fijarse lateralmente y de manera separable a la cámara 2 de separación, con secciones 14 de placa que se extienden al interior de la cámara 2 de separación y se enganchan en rebajes correspondientes, dado el caso dotados de una ranura de guiado o similar, véase la figura 6. Las secciones 14 de placa pueden estar perforadas.

55 Preferiblemente las secciones 14 de placa dispuestas unas sobre otras se fijan de manera rígida en la zona de borde por ejemplo mediante sujeción en conectores transversales, véase la figura 7. La unidad 12 comprende entonces convenientemente una varilla 12b de excitación, que se extiende a través de una zona central de las secciones 14 de placa y se hace oscilar por un motor 12a de excitación. Mediante la sujeción de las secciones 14 de

placa en la zona de borde y la provocación de la oscilación en la zona central, las secciones 14 de placa oscilan a modo de membrana. Las oscilaciones del motor 12a de excitación se transmiten de este modo de manera muy eficaz a la suspensión y a las partículas sólidas en la misma.

5 Finalmente se prevé en este caso una unidad para ajustar la velocidad diferencial entre el flujo de fracción ligera dirigido hacia arriba y el flujo de fracción pesada dirigido hacia abajo, véase la figura 8. Comprende una bomba 15 para descargar la fracción pesada de la cabeza 5 colectora inferior, una bomba 16 para descargar la fracción ligera de la cabeza 4 colectora superior, una bomba 17 para alimentar la suspensión a través del canal 10 de alimentación y/o una bomba 24, a través de la cual se controla de manera indirecta la cantidad de suspensión alimentada a la cámara 2 de separación por unidad de tiempo, aunque preferiblemente sólo las bombas 15 y 24, así como un control 10 18 de bomba.

El control 18 de bomba controla la capacidad de elevación de las bombas 15, 16, 17 y/o 24 existentes según la forma de realización, de tal manera que se ajusta la velocidad diferencial entre el flujo de fracción ligera dirigido hacia arriba y el flujo de fracción pesada dirigido hacia abajo, a la que la selectividad sea óptima. La capacidad de elevación óptima se determina de manera empírica.

15 El funcionamiento del dispositivo para la separación por flotación e inmersión se describe haciendo referencia a la figura 8.

Las partículas sólidas que van a separarse, por ejemplo gránulos de plástico con un diámetro de desde 0,5 hasta 50 mm, en particular de 1 a 10 mm, preferiblemente de 2 a 7 mm, dado el caso con hasta un 15% en peso, en particular hasta un 10 % en peso y preferiblemente hasta un 5% en peso de partículas menores generadas en el proceso de fragmentación, por ejemplo molienda o trituración, o partículas de lámina de plástico o similares, se introducen en un dispositivo 20 de mezclado y allí se mezclan por medio de un dispositivo 19 de agitación con un medio de separación para dar una suspensión.

Como medio de separación se utiliza, en el caso de una densidad de separación por encima de 1 g/cm^3 , en particular agua, a la que se añade sal en una concentración determinada para el control de la densidad. Para 25 densidades de separación por debajo de 1 g/cm^3 , en el dispositivo según la invención, a diferencia de los dispositivos conocidos hasta el momento pueden utilizarse líquidos orgánicos con un punto de inflamación reducido como medio de separación, tales como por ejemplo una disolución de alcohol/agua o acetato de etilo puro a 20°C para la separación de PP/PE, dado que el dispositivo puede diseñarse de manera sencilla de forma estanca a los gases y no se da ningún tipo de posibilidad de peligro de chispa de encendido en el dispositivo. El dispositivo 20 de 30 mezclado también se diseña en este caso de forma estanca a los gases, dado el caso se le aplica un gas inerte y/o se equipa con un dispositivo de aspiración para la eliminación del aire introducido con el producto que va a separarse.

El dispositivo 20 de mezclado está dispuesto elevado de manera conveniente con un nivel de llenado que se encuentra aproximadamente a la misma altura que una abertura de descarga de la cabeza 5 colectora superior.

35 La suspensión se conduce por la acción de la gravedad o dado el caso por medio de la bomba 17 al interior del canal 10 de alimentación y a través de la abertura 9 de alimentación llega al o a los canales 3. La introducción se produce convenientemente de manera transversal al eje longitudinal de los canales 3 directamente entre las placas.

Aquí las partículas sólidas que específicamente son más ligeras que el medio de separación flotan en dirección hacia la cabeza 4 colectora superior, mientras que las partículas sólidas que específicamente son más pesadas que el medio de separación se sumergen en dirección hacia la cabeza 5 colectora inferior. En la placa 6 superior en cada caso de un canal se forma por tanto un flujo de fracción ligera que flota, mientras que en la placa 6 inferior en cada caso del canal 3 se forma un flujo de fracción pesada que se sumerge. A consecuencia de la longitud de los canales 3 y la altura proporcionalmente reducida, las partículas sólidas tienen tiempo suficiente para flotar o sumergirse en el flujo de fracción correspondiente a su densidad.

45 A las cabezas 4,5 colectoras está conectado en cada caso un separador 22 en el que se separa el medio de separación de las partículas sólidas. El medio de separación se alimenta a un depósito 23 y desde aquí cerrando el circuito del medio de separación se lleva de vuelta a través de la bomba 24 al dispositivo 20 de mezclado.

En una forma de realización con sólo dos bombas 15, 24, la cabeza 4 colectora superior presenta un rebosadero 21 y el dispositivo 20 de mezclado está unido mediante una unión de tubo flexible sencilla o similar con el canal 10 de alimentación o fijado directamente con bridas a un canal de alimentación muy corto de desde 100 hasta 600, preferiblemente de 200 a 400 mm de longitud, véase la figura 9. En caso de aumentar o reducir la capacidad de elevación de la bomba 24 con una capacidad de elevación constante de la bomba 15, se aumenta o reduce la velocidad del flujo de fracción ligera dirigido hacia arriba. En caso de aumentar o reducir la capacidad de elevación de la bomba 15, se aumenta o reduce la velocidad del flujo de fracción pesada dirigido hacia abajo, debiendo 50 adaptar de manera correspondiente la capacidad de elevación de la bomba 24, para evitar no llegar al límite o rebosar el dispositivo 20 de mezclado. Las capacidades de elevación óptimas se determinan de manera empírica. La diferencia de velocidad entre los dos flujos de fracción puede ajustarse en esta forma de realización de manera especialmente sencilla y precisa.

En una forma de realización adicional sólo está prevista una bomba, por ejemplo la bomba 24. Mediante el control de la capacidad de elevación de esta bomba 24, con una descarga constante desde la cabeza 5 colectora inferior puede modificarse la velocidad del flujo de fracción ligera a velocidad constante del flujo de fracción pesada y de este modo la diferencia de velocidad entre los dos flujos de fracción.

- 5 En formas de realización adicionales están previstas otras bombas y dado el caso varias o todas las bombas 15, 16, 17, 24 en cualquier combinación con un control correspondiente.

El dispositivo 20 de mezclado puede estar conectado a varios canales 10 de alimentación, en particular tal como se muestra en la figura 9, a cuatro, para en cada caso un dispositivo para la separación por flotación e inmersión, con lo que se aumenta de manera correspondiente el caudal.

- 10 El dispositivo trabaja preferiblemente con un número de Reynold, definido por la velocidad de la corriente de una fracción multiplicada por la densidad y dividida entre la viscosidad, por debajo de 2000 y preferiblemente por debajo de 700.

15 En la instalación de separación representada en la figura 10 se introducen partículas sólidas a través de un tornillo 25 sin fin de dosificación de manera dosificada en el dispositivo 20 de mezclado. En éste se mezclan por medio del dispositivo 19 de agitación con el medio de separación para dar una suspensión. La suspensión se conduce a través del dispositivo 1 para la separación por flotación e inmersión. La descarga desde la cabeza 4 colectora superior se conduce al interior del separador 22, que separa las partículas 26 sólidas que flotan del medio de separación. El medio de separación se alimenta entonces a un filtro 27 de medio de separación. De manera análoga se alimenta la descarga desde la cabeza 5 colectora inferior a través de la bomba 15 a un separador 22 adicional, que separa las partículas 28 sólidas sumergidas del medio de separación y alimenta el medio de separación igualmente al filtro 27 de medio de separación. Una bomba 29 de circulación de medio de separación transporta el medio de separación adicionalmente hacia el depósito 23. Desde éste el medio de separación llega a través de la bomba 24 a un dispositivo 30 de desgasificación, por ejemplo a un depósito con una bomba 31 de vacío. En el dispositivo 30 de desgasificación el gas disuelto en el medio de separación, en particular aire, se extrae del medio de separación. Para ello se prevé una bomba 31. El medio de separación se alimenta de nuevo a través de la bomba 17 al dispositivo 20 de mezclado, con lo que se cierra el circuito de medio de separación.

25 En el dispositivo 20 de mezclado, que puede trabajar a vacío o a presión reducida, el medio de separación absorbe partículas de aire que se adhieren a las partículas sólidas, hasta su saturación. A las partículas sólidas de la suspensión, que se conduce desde el dispositivo 20 de mezclado al interior del dispositivo 1 para la separación por flotación e inmersión, se adhieren de este modo menos o incluso ningún gas de empuje ascensional.

30 En caso de utilizar un dispositivo 30 de desgasificación que garantiza una desgasificación suficiente del medio de separación antes de la preparación de la suspensión, en función de las propiedades de material de las partículas sólidas específicamente pesadas puede reducirse la velocidad diferencial, que sería necesaria sin el dispositivo 30 de desgasificación para compensar el efecto de empuje ascensional, hasta un valor de cero, es decir la fracción ligera que flota tiene en cuanto a su magnitud la misma velocidad que la fracción pesada que se sumerge. Este ajuste de los parámetros de separación permite entonces un ajuste de velocidad de los dos flujos parciales, que se orienta según la densidad de carga permitida de los dos flujos parciales, el tiempo de residencia de las partículas sólidas en los canales necesario para la separación y el mantenimiento de la corriente laminar necesaria en los canales. En el caso de porcentajes de cantidad muy diferentes del material ligero y pesado, por tanto, puede volver a ser útil el ajuste de una diferencia de corriente, que ahora sin embargo sirve para optimizar el caudal y no para optimizar el resultado de separación, es decir, la selectividad.

35 En el dispositivo de separación representado en la figura 11 están dispuestas cuatro cámaras 2 de separación entre una cabeza 4 colectora superior común y una cabeza 5 colectora inferior común. En la cabeza 5 colectora inferior está previsto un tornillo 33 sin fin, que sustituye a la bomba 15 de la figura 8. El flujo de fracción pesada que llega a la cabeza 5 colectora se divide con su ayuda de la siguiente manera: las partículas sólidas de la fracción pesada se descargan por medio del tornillo 33 sin fin en 34 por encima de la altura de las salidas 35 en la cabeza 4 colectora, mientras que el medio de separación del flujo se descarga preferiblemente con una bomba con regulación de cantidad para mantener las velocidades de corriente constantes en la cámara 2 de separación a través de la abertura 32.

50

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para la separación por flotación e inmersión de partículas sólidas de diferente densidad, en particular de gránulos de trituración de diferentes plásticos, con una cámara (2) de separación que puede llenarse con una suspensión de las partículas sólidas que van a separarse y un medio de separación, y una cabeza (4, 5) colectora inferior y una superior conectadas a la cámara de separación para partículas sólidas que se sumergen o que flotan por la acción de la gravedad, caracterizado porque está previsto un dispositivo (30) de desgasificación para la eliminación al menos parcial de gas disuelto en el medio de separación y el dispositivo (30) de desgasificación está configurado para cambiar el medio de separación desde el estado de equilibrio de gas de tal manera que el medio de separación puede absorber el gas adherido a las partículas sólidas.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo (30) de desgasificación está conectado aguas arriba de un dispositivo (20) de mezclado para mezclar las partículas sólidas con el medio de separación.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el dispositivo (20) de mezclado está configurado de manera estanca a los gases.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque al dispositivo (20) de mezclado se le aplica un gas inerte.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el dispositivo (20) de mezclado está dotado de un dispositivo de aspiración para eliminar el gas introducido con las partículas sólidas que van a separarse.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el dispositivo (30) de desgasificación presenta un depósito y una bomba (31) de vacío.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el gas es aire.
8. Dispositivo (1) según el preámbulo de la reivindicación 1, caracterizado porque está previsto un dispositivo (20) de mezclado para mezclar las partículas sólidas con el medio de separación y el dispositivo (20) de mezclado está dotado de un dispositivo de aspiración para eliminar el aire introducido con las partículas sólidas que van a separarse.
9. Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado porque el dispositivo (20) de mezclado está configurado para mezclar a vacío o a presión reducida.
10. Procedimiento para la separación por flotación e inmersión de partículas sólidas de diferente densidad, en particular de gránulos de trituración de diferentes plásticos, en el que se llena una cámara (2) de separación con una suspensión de las partículas sólidas que van a separarse y un medio de separación y se recogen las partículas sólidas que se han sumergido y que han flotado por la acción de la gravedad en una cabeza (4, 5) colectora inferior o superior conectada al cámara (2) de separación, caracterizado porque el gas disuelto en el medio de separación se elimina al menos parcialmente en un dispositivo (30) de desgasificación y el medio de separación se cambia desde el estado de equilibrio de gas de tal manera que el medio de separación puede absorber el gas adherido a las partículas sólidas.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque la eliminación de gas se realiza antes de mezclar las partículas sólidas con el medio de separación.
12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque las partículas sólidas se mezclan con el medio de separación en un dispositivo (20) de mezclado estanco a los gases y en particular en una atmósfera de gas inerte.
13. Procedimiento, en particular según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque el gas introducido durante el mezclado en el dispositivo (20) de mezclado con las partículas sólidas que van a separarse se elimina por medio de un dispositivo de aspiración.
14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado porque las partículas sólidas y el medio de separación se mezclan a vacío o a presión reducida.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado porque se provoca una oscilación de la pared de la cámara de separación o de un canal (3) formado en la misma.

Fig. 1

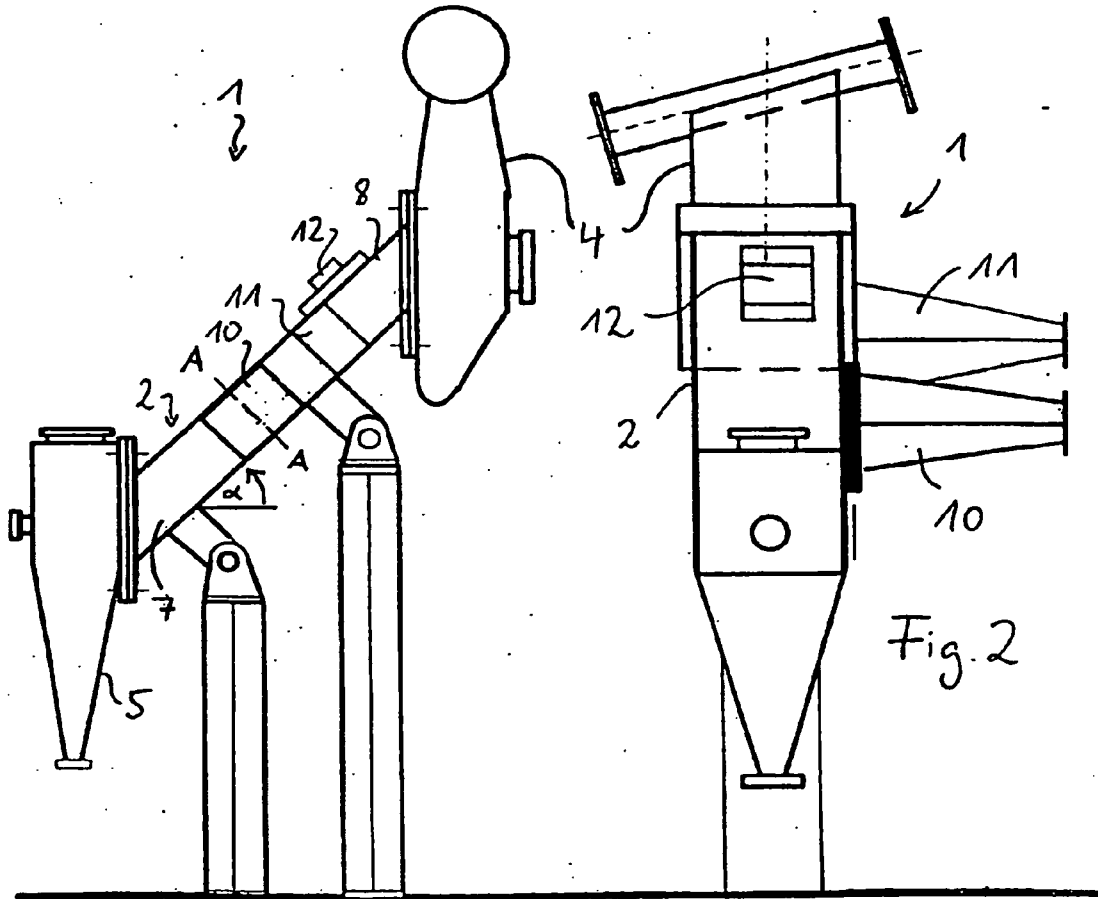
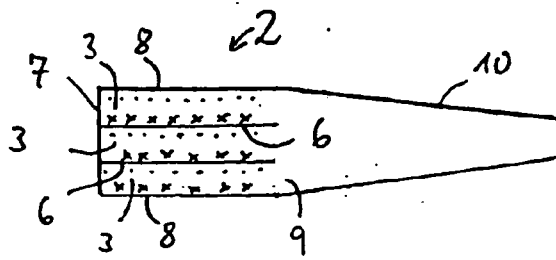
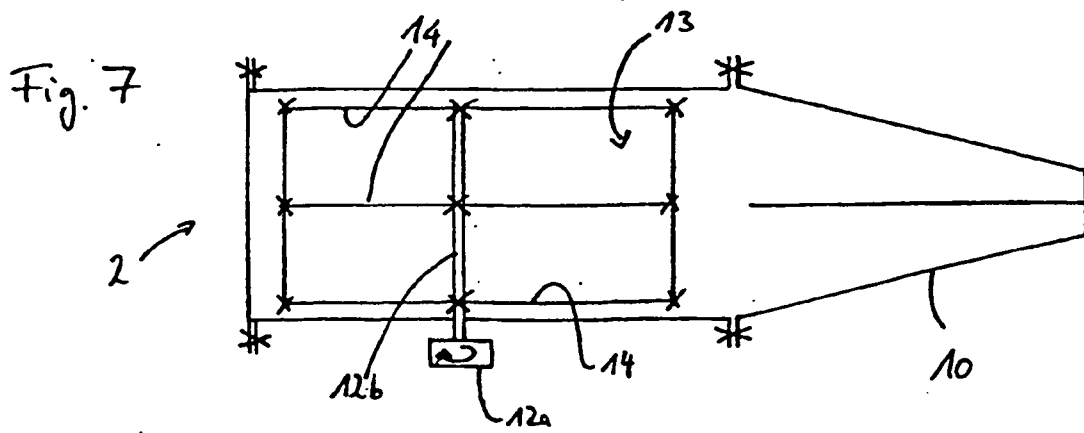
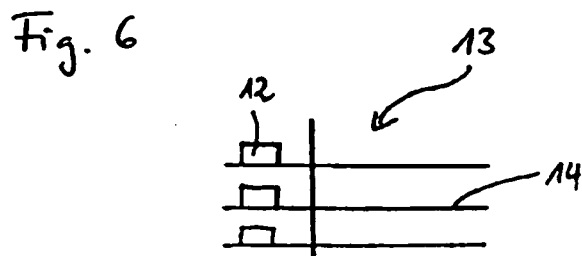
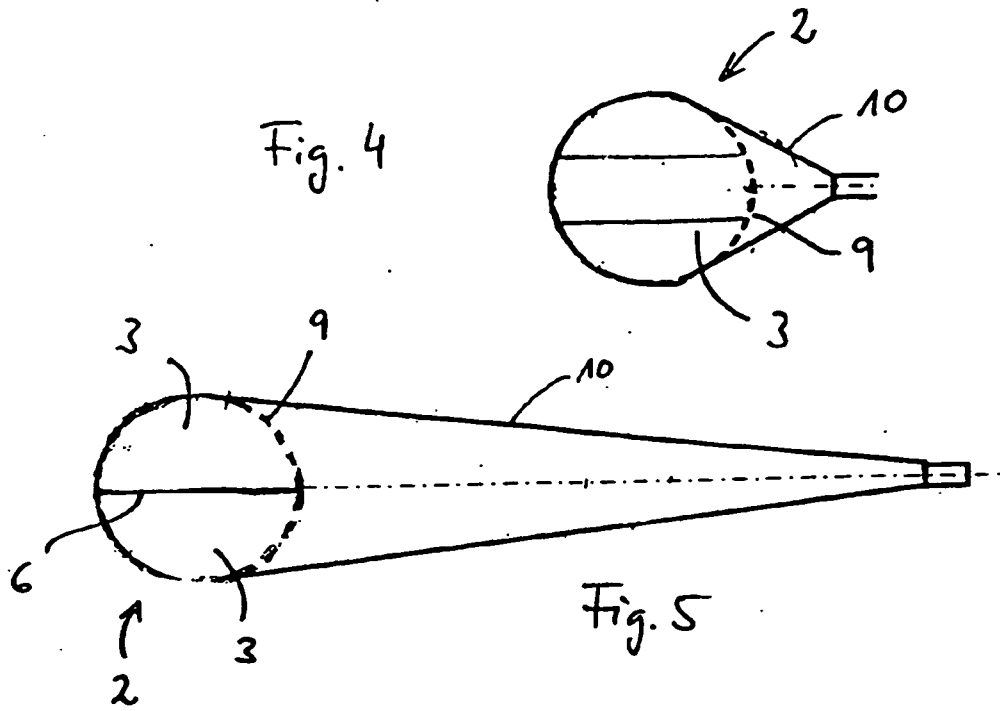
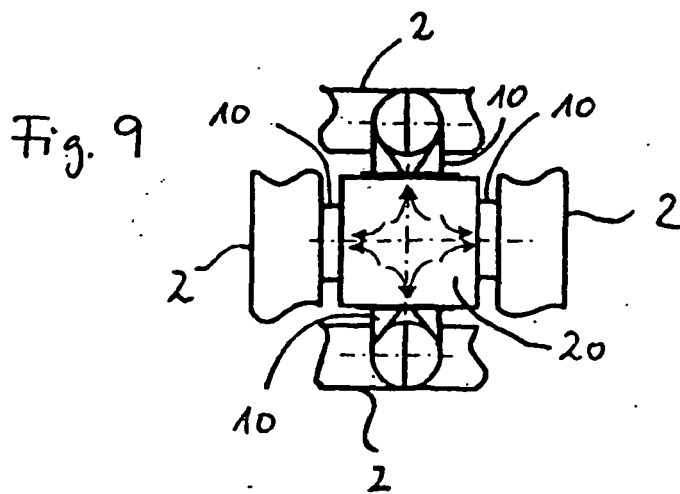
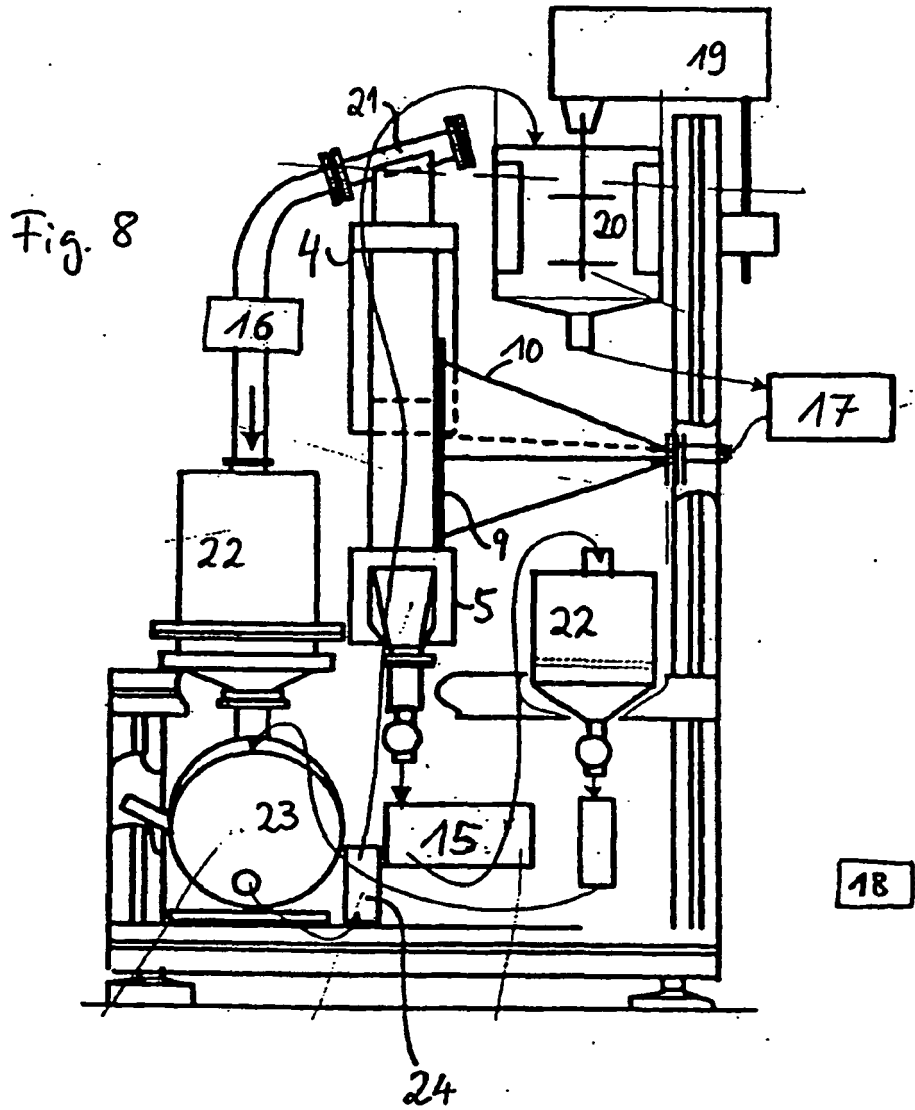


Fig. 2

Fig. 3







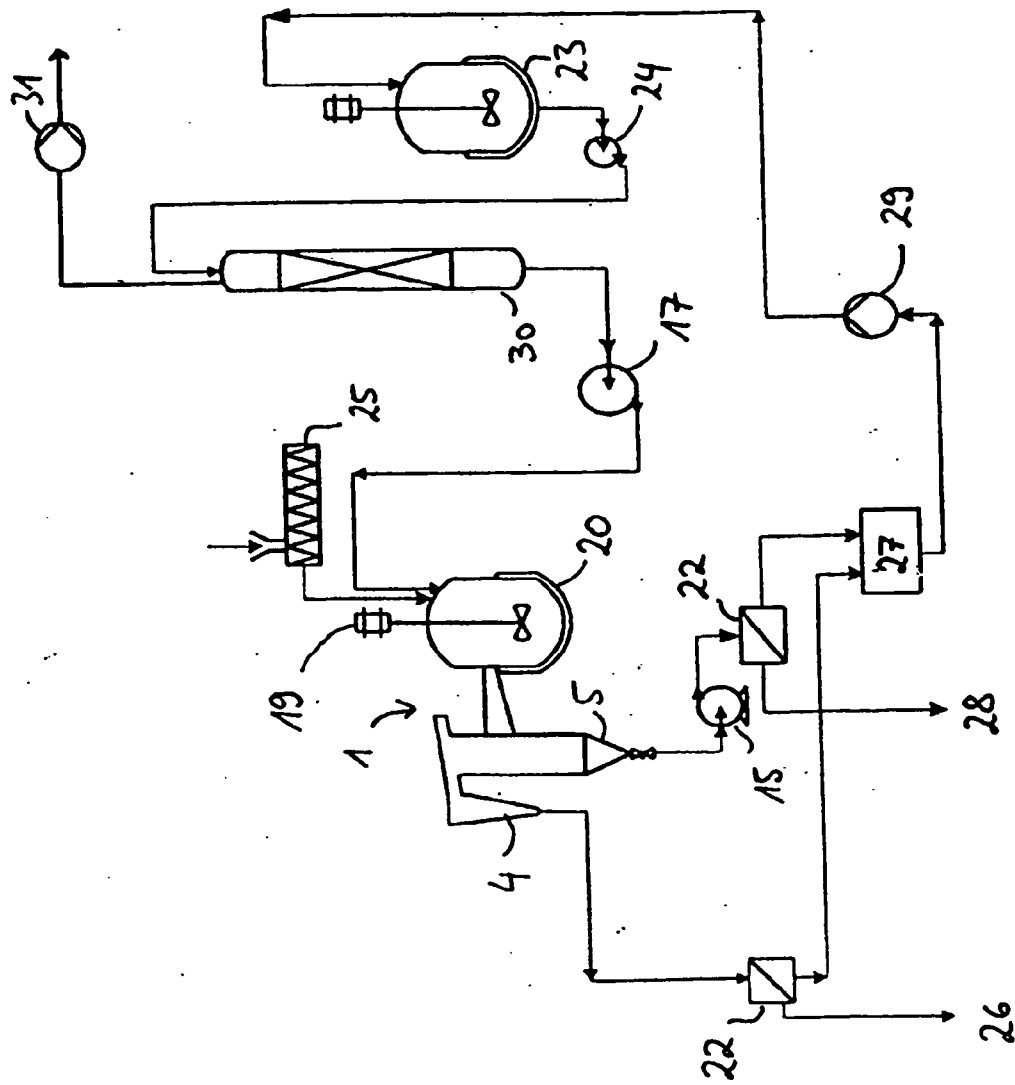


Fig. 10

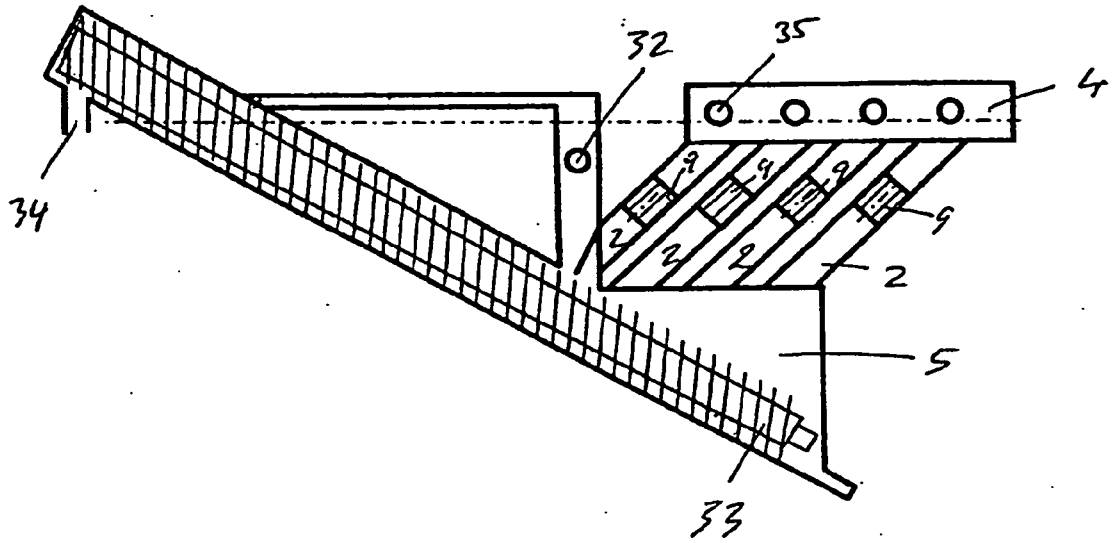


Fig. 11