

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 449 484**

51 Int. Cl.:

**B07B 13/00** (2006.01)

**B07B 1/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2008** **E 09014497 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013** **EP 2156904**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para seleccionar partículas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.03.2014**

73 Titular/es:

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERGAKADEMIE  
FREIBERG (100.0%)  
Akademiestrasse 6  
09599 Freiberg, DE**

72 Inventor/es:

**UNLAND, GEORG;  
FOLGNER, DR. THOMAS y  
STEUER, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI, Peter**

**ES 2 449 484 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**

Procedimiento y dispositivo para seleccionar partículas.

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para seleccionar partículas.

- 5 En la técnica de tratamiento así como para la fabricación de productos mediante el empleo de partículas, el uso de materiales particulados seleccionados desempeña un papel cada vez más importante para conseguir una alta eficacia así como para el cumplimiento de los requisitos de calidad. Además, mediante la puesta a disposición de productos particulados seleccionados pueden implementarse mayores expectativas de calidad y precio. Así, la gravilla y grava seleccionada, de precio alto, puede llevar en la industria de la construcción así como en la construcción de carreteras a una vida útil considerablemente mayor y a propiedades de producto mejoradas.
- 10 Por tanto por el documento DE 10 2006 001 043 A1 se conoce ya un procedimiento para la generación de gravilla y grava, en el que granos cúbicos, cuyo porcentaje de grava y gravilla debe ascender a al menos el 50%, no se triturar adicionalmente en un proceso de tratamiento posterior, tal como un proceso de machacado. Más bien, preferiblemente sólo deben procesarse granos no cúbicos en fases de machacado adicionales, que sirven para la cubificación, para dar granos cúbicos. Para la selección se utilizan máquinas de selección de forma de grano, que se basan o bien en principios ópticos o bien en el distinto comportamiento de equilibrio de los granos cúbicos y no cúbicos.
- 15 Por el documento US 1 955 032, que se considera el estado de la técnica más próximo para el objeto de la reivindicación 1, se conocen un procedimiento y un dispositivo para la selección de partículas según su forma de partícula en una sucesión espacial y temporal con dos fases de clasificación. En este caso en la primera fase se realiza una clasificación de la partícula según su extensión de partícula máxima.
- 20 Además por el documento US 4 254 878 se conocen un procedimiento y un dispositivo para la selección de forma de grano. En este caso se hace uso de un clasificador rotativo (figura 2) o de un clasificador de cubierta plana (figura 3). En este caso se clasifican igualmente en primer lugar según la extensión máxima de las partículas que no son más largas que el doble de la longitud de abertura de las aberturas pasantes.
- 25 Mediante la invención van a crearse, para una aplicación amplia, multisectorial, un procedimiento y un dispositivo para seleccionar partículas, que permiten de manera fiable y aplicable industrialmente poner a disposición partículas, tales como, por ejemplo, gravilla o grava u otros materiales de carga, en una selección específica de la forma de grano. Este objetivo se soluciona según la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1.
- 30 Por tanto un aspecto esencial de la presente invención consiste en seleccionar partículas según su forma de grano y de este modo separar partículas con distinta forma de grano unas de otras para así por ejemplo distinguir partículas según su planitud (partículas con una relación anchura/grosor determinada). En el marco de la presente invención se emplean los conceptos clasificación y selección. Por clasificación se entiende aquí la separación según una característica geométrica de la macroestructura de partícula (por ejemplo las dimensiones principales, figura 1). Una selección según la forma de grano se describe por la clasificación en serie según al menos dos características geométricas de la macroestructura de partícula (clasificación en serie según al menos dos dimensiones principales), pudiendo realizarse una clasificación en serie doble según el parámetro de planitud.
- 35 Preferiblemente antes de una clasificación según una característica geométrica de una macroestructura de partícula (dimensión principal) se produce una clasificación según una característica geométrica adicional de una macroestructura de partícula (dimensión principal) temporal y/o espacialmente. De este modo puede separarse una fracción según la planitud con un valor límite determinado para esta forma de grano.
- 40 Formas de realización preferidas del procedimiento según la invención, también por lo que respecta a la configuración de las aberturas pasantes en función del objetivo de clasificación, son objeto de las reivindicaciones dependientes adicionales. Preferiblemente puede implementarse una clasificación bidimensional (que se realiza en el plano de clasificación) o también tridimensional empleando estructuras de criba espaciales tridimensionales.
- 45 En el marco del procedimiento según la invención se realiza una clasificación en serie (selección según la forma de grano) en al menos dos operaciones de clasificación, preferiblemente sucesivas temporal y/o espacialmente, teniendo en cuenta en cada caso una de tres dimensiones principales (longitud a, anchura b, grosor c) de las partículas.
- 50

Según una forma de realización preferida de la invención, el primer y el segundo dispositivo de clasificación pueden formarse mediante un primer y un segundo dispositivo de cribado, que están dispuestos preferiblemente en una carcasa común o configurados integralmente en un plano de clasificación.

5 Preferiblemente se usan el movimiento de partícula en forma de índice de cribado y la correspondiente extensión de partícula (por ejemplo longitud de partícula, anchura de partícula y grosor de partícula) según los cuales ha de clasificarse, como parámetros para la elección de geometrías adecuadas de las aberturas pasantes de los dispositivos de cribado.

10 Mediante una clasificación en serie doble, es decir, selección de forma de grano según el tamaño de partícula en al menos dos direcciones axiales principales de la partícula, que son esencialmente perpendiculares entre sí (longitud, anchura, grosor), es posible de manera sorprendentemente sencilla seleccionar partículas en cuanto a su acicularidad (relación de la extensión de partícula máxima (dimensión longitudinal) con respecto a la dimensión principal intermedia máxima (anchura de partícula)) o según su cubicidad o redondez ((relación de la extensión de partícula máxima (dimensión longitudinal) con respecto a la extensión de partícula mínima (grosor)) o en cuanto a su planitud (planicidad) (relación de la dimensión principal intermedia (anchura) con respecto a la dimensión principal más pequeña (grosor)), es decir, según en cada caso una magnitud geométrica de la partícula. Preferiblemente los dispositivos de clasificación son dispositivos de cribado como por ejemplo osciladores circulares, elípticos, lineales o planos, es decir, cribas oscilantes con la geometría de movimiento anteriormente mencionada o una superficie de criba dispuesta inclinada y preferiblemente estacionaria como plano de clasificación, a través de las que se conducen las partículas.

20 Para una clasificación según la extensión de partícula máxima, el dispositivo de clasificación, preferiblemente dispositivo de cribado, presenta una clasificación por medio de orificio redondo, orificio cuadrado, orificio oblongo (clasificación bidimensional), orificio cuadrado en 3D u orificio rectangular en 3D ("en 3D"= clasificación tridimensional) predefinido. En cuanto a una extensión de partícula intermedia esencialmente perpendicular a la extensión de partícula anteriormente mencionada, el dispositivo de cribado está dotado preferiblemente de aberturas pasantes (orificio redondo u orificio cuadrado) con un diámetro de orificio o un tamaño de malla predefinido, preferiblemente en una configuración como chapa perforada o criba.

25 Como dispositivo de clasificación para la clasificación de las partículas según la extensión de partícula mínima esencialmente perpendicular a la extensión de partícula máxima e intermedia, preferiblemente está previsto un dispositivo de cribado formado por barras con una distancia entre barras predefinida o un tejido de malla alargada con una distancia de malla predefinida o un fondo de orificios rectangulares en 3D.

30 Por tanto preferiblemente la clasificación puede realizarse mediante dispositivos de cribado con modo de funcionamiento o plano de clasificación bidimensional aunque también tridimensional.

35 En el marco de la presente solicitud, por clasificación o clasificación en serie doble se entiende siempre una selección según la forma de grano, que incluye una clasificación temporal y/o espacialmente separada según al menos dos dimensiones geométricas principales de las partículas (longitud máxima, anchura máxima o grosor máximo).

Mediante la invención puede generarse, por ejemplo, fácilmente material de carga que se ha adecuado en cuanto a las geometrías de partícula unitarias para aplicaciones o calidades preferidas muy determinadas, por ejemplo en la generación de gravilla fina de precio alto.

40 La invención se basa en el sorprendente reconocimiento de que es posible una selección de calidad de material particulado según la forma de grano (clasificación en serie) llevando a cabo al menos dos clasificaciones en combinación y, concretamente, basándose en las dimensiones geométricas principales de las partículas (longitud máxima, anchura máxima, grosor máximo).

45 A este respecto, pueden realizarse al menos dos clasificaciones tanto en conexión y contigüidad temporal y/o espacial directa como de manera temporal y/o espacialmente muy separada. De este modo es posible separar una fracción de partículas aciculares de una fracción de partículas redondas o cúbicas y éstas a su vez de una fracción de partículas planas, pudiendo generarse mediante conexión en serie de correspondientes dispositivos de cribado dentro de cada fracción fraccionamientos adicionales, por ejemplo partículas con acicularidad predefinida mediante la limitación de la dimensión de partícula intermedia (grosor de partícula) o planitud predefinida de la partícula (limitación de las dimensiones más pequeñas (grosor) de la partícula).

50 La invención puede aplicarse por ejemplo para el fraccionamiento y mejora de la calidad de gravilla o grava en la industria de la construcción o en la preparación de carbón para altos hornos o para la preparación de materiales de carga para reactores de lecho fijo así como, por ejemplo, en la predisposición de partículas para suspensiones de materiales de revestimiento.

55 A continuación se explica más detalladamente la invención por medio de ejemplos de realización y dibujos correspondientes. En estos muestran:

- la figura 1: una representación esquemática de una partícula, según sus dimensiones principales,
- la figura 2: una tabla de las variantes de clasificación,
- la figura 3: un equilibrio de fuerzas en una partícula para la descripción de posibles formas de oscilación de un dispositivo de cribado,
- 5 la figura 4: una representación esquemática de un comportamiento de movimiento de una partícula en función de un movimiento/accionamiento de un dispositivo de cribado para un
- la figura 4a: movimiento de lanzamiento,
- la figura 4b: un movimiento de deslizamiento de la partícula,
- la figura 5: geometrías de abertura de un dispositivo de cribado con
- 10 las figuras 5a a 5d: geometrías de abertura bidimensionales de los dispositivos de cribado para orificio redondo (orificio circular), orificio cuadrado, abertura pasante rectangular y abertura pasante elíptica,
- la figura 6: geometrías de abertura tridimensionales de un dispositivo de cribado con
- las figuras 6a a 6d: orificio cuadrado y orificio rectangular en sección transversal y en vista desde arriba,
- la figura 7: modos de funcionamiento de las geometrías de abertura según la figura 6 con representaciones esquemáticas de geometrías de abertura tridimensionales
- 15 la figura 7a: para una clasificación según una extensión de partícula máxima (a), y
- la figura 7b: para una clasificación según una extensión de partícula mínima (c),
- la figura 8: modos de funcionamiento de las geometrías de abertura según la figura 7 con representaciones esquemáticas de geometrías de abertura tridimensionales
- 20 la figura 8a1 y: para una clasificación según una extensión de partícula máxima (a)
- la figura 8a2: para distintas posiciones de centro de gravedad, y
- la figura 8b: para una clasificación según una extensión de partícula mínima (c),
- la figura 9: modos de funcionamiento de geometrías de abertura para distintas formas de partícula con movimiento de deslizamiento,
- 25 la figura 10: modos de funcionamiento de geometrías de abertura para distintas formas de partícula con movimiento de lanzamiento,
- la figura 11: una representación esquemática del principio de acción de una clasificación en serie doble según la presente invención con
- la figura 11a: una primera fase de clasificación,
- 30 la figura 11b: una segunda fase de clasificación,
- la figura 12: una representación esquemática de un dispositivo de cribado como criba oscilante para la determinación de posibles formas de oscilación,
- la figura 13: un esquema equivalente para una combinación de activación de oscilación, oscilación circular y oscilación elíptica para un dispositivo de cribado integral,
- 35 la figura 14: un ejemplo de realización de un dispositivo de cribado con chapa perforada y parrilla de cribado según la figura 11 (clasificación según la acicularidad),
- la figura 15: un modelo según la técnica de procedimiento de una máquina seleccionadora con clasificación en serie doble,
- la figura 16: un dispositivo de selección en representación en corte esquemática (selección según acicularidad),
- 40 la figura 17: un dispositivo de extracción del dispositivo de selección según la figura 16,
- la figura 18: un dispositivo de cribado del dispositivo de selección según la figura 16,
- la figura 19: un dispositivo de selección en representación en corte esquemática (selección según acicularidad) con

etapas de clasificación en dispositivos de cribado separados,

la figura 20: un dispositivo de extracción del dispositivo de selección según la figura 19,

la figura 21: dispositivos de cribado del dispositivo de selección según la figura 19,

la figura 22: un dispositivo de selección en representación en corte esquemática (selección según cubicidad),

5 la figura 23: un dispositivo de extracción del dispositivo de selección según la figura 22,

la figura 24: un dispositivo de cribado del dispositivo de selección según la figura 22,

la figura 25: un dispositivo de selección en representación en corte esquemática (selección según cubicidad) con las fases de clasificación en dispositivos de cribado separados,

la figura 26: un dispositivo de extracción del dispositivo de selección según la figura 25,

10 la figura 27: un dispositivo de cribado del dispositivo de selección según la figura 25,

la figura 28: un dispositivo de selección en representación en corte esquemática (selección según planitud),

la figura 29: un dispositivo de extracción del dispositivo de selección según la figura 28,

la figura 30: un dispositivo de cribado del dispositivo de selección según la figura 28,

15 la figura 31: un dispositivo de selección en representación en corte esquemática (selección según planitud), con fases de clasificación en dispositivos de cribado separados,

la figura 32: un dispositivo de extracción del dispositivo de selección según la figura 31,

la figura 33: un dispositivo de cribado del dispositivo de selección según la figura 31.

20 La base de la siguiente explicación de ejemplos de realización de un procedimiento y de un dispositivo para seleccionar partículas según su forma de partícula mediante clasificación en serie doble es la geometría de una partícula 1, tal como se representa en la figura 1, con ayuda de sus dimensiones principales, concretamente su longitud máxima a, su dimensión intermedia anchura b y su dimensión más pequeña grosor c, pudiendo representarse estas dimensiones en los ejes principales x, y, z de la partícula 1 por un cuerpo regular, por ejemplo ortoedro, como envolvente, tal como se muestra en la figura 1. Las dimensiones principales a (arista más larga del cuerpo del ortoedro envolvente), b (arista intermedia del cuerpo del ortoedro envolvente) y c (arista más pequeña del cuerpo del ortoedro envolvente), siendo  $a > b > c$ , describen geoméricamente la partícula 1.

25 La clasificación en serie doble que se explica más detalladamente a continuación, es decir, la determinación de la forma de partícula basándose en al menos dos dimensiones geométricas principales de la partícula 1, se basa en la detección anteriormente mencionada de las dimensiones principales de la partícula y su puesta en práctica según la técnica de procedimiento y de dispositivo. La forma de la partícula 1 puede detectarse completamente mediante esta detección de su extensión en los tres ejes principales x, z e y.

30 Por medio de las dimensiones principales de la partícula 1 pueden definirse tres formas de partícula diferentes, determinadas en cada caso por dos relaciones de longitud.

La relación de la dimensión principal más larga a con respecto a la dimensión principal intermedia b describe la elongación o acicularidad de la partícula 1:

35 
$$\Psi_{(a/b)} = \frac{a}{b}$$

La relación de la dimensión principal más larga a con respecto a la dimensión principal más pequeña c describe la cubicidad o redondez o forma de dado de la partícula 1:

$$\Psi_{(a/c)} = \frac{a}{c}$$

40 La relación de la dimensión principal intermedia b con respecto a la dimensión principal más pequeña c describe la planicidad o planitud de la partícula 1:

$$\Psi_{(b/c)} = \frac{b}{c}$$

5 Por medio de la descripción o selección anteriormente mencionada de una cantidad de partículas según formas de grano  $\Psi_{(a/b)}$ ,  $\Psi_{(a/c)}$  y  $\Psi_{(b/c)}$ , puede seleccionarse (clasificarse en serie) un material de alimentación consistente en partículas 1 en dos etapas de clasificación que se desarrollan de manera espacial y/o temporalmente sucesiva según la acicularidad, de modo que se forman dos fracciones con dos magnitudes de forma de grano significativamente diferentes  $\Psi_{(a/b)}$ . De manera correspondiente, es posible seleccionar una mezcla de partículas según la cubicidad o según la planitud.

10 Las variantes de clasificación en una clasificación en serie doble, es decir, selección según la forma de grano conforme a las dimensiones principales a, b o c se representan en forma de tabla en la tabla 1 de la figura 2. Según la combinación de la clasificación según las tres dimensiones principales en una primera y una segunda etapa de clasificación se obtiene una selección según las formas de grano: acicularidad, cubicidad o planitud, tal como ilustra la figura 2. La figura 2 muestra la combinación de las diferentes etapas de clasificación, es decir, una primera clasificación (etapa de clasificación 1) y una segunda clasificación subsiguiente (etapa de clasificación 2) con el correspondiente resultado de clasificación y la descripción de la forma de grano en cada una de estas variantes con una abreviatura en la columna derecha de la figura 2. Tal como puede observarse, mediante una combinación de la primera y la segunda clasificación según las dimensiones principales a y b así como b y a (orden) se lleva a cabo una selección según la acicularidad, mientras que con una selección según otras dimensiones principales en un orden distinto en cada caso se realiza una selección según cubicidad o planitud, tal como puede observarse en la figura 2.

20 Una selección según la forma de grano (clasificación en serie) se realiza basándose en las dimensiones principales en los ejemplos de realización explicados en el presente documento mediante uno o varios dispositivos de cribado, considerándose como parámetros la configuración de los dispositivos de cribado para la puesta en práctica del respectivo objetivo de selección de la selección de forma de partículas según al menos una de las dimensiones principales a, b o c, un movimiento de partícula y una geometría de abertura de criba, es decir, una geometría de las aberturas pasantes del dispositivo de cribado. El movimiento de partícula se describe a este respecto mediante una medida formada por la relación de las componentes perpendiculares con respecto a un plano de clasificación del dispositivo de cribado (plano de cribado), de la fuerza de aceleración  $F_a$  que actúa sobre una partícula 1 y el peso  $F_g$ . Esta medida se denomina índice de cribado o lanzamiento  $S_v$ . En la figura 3 se representa el equilibrio de fuerzas que actúa sobre una partícula 1 durante la aceleración de partícula con el fin de describir/establecer posibles formas de movimiento para un dispositivo de cribado 2. El índice de cribado se calcula como sigue:

$$S_v = \frac{F_{a,N}}{F_{g,N}}$$

$$S_v = \frac{F_a \cdot \sin(\alpha + \beta)}{F_g \cdot \cos(\alpha)}$$

con:  $F_a = m_p \cdot a$

con:  $F_g = m_p \cdot g$

$$S_v = \frac{a \cdot \sin(\alpha + \beta)}{g \cdot \cos(\alpha)} \quad (8)$$

35 Donde  $m_p$  es una masa de partícula,  $\alpha$  es el ángulo de incidencia de un plano de cribado (plano de clasificación) o de un fondo de clasificación del dispositivo de cribado 2 y  $\beta$  es un ángulo de incidencia de un accionamiento de oscilación del dispositivo de cribado. Para describir un movimiento de partícula a lo largo del dispositivo de cribado 2 o a lo largo de un fondo de clasificación se distingue entre movimiento de lanzamiento con  $S_v > 1$  y un movimiento de deslizamiento  $S_v \leq 1$ .

40 En las figuras 4a y 4b se representan las relaciones de movimiento de un cuerpo modelo redondo en un movimiento de lanzamiento o de deslizamiento.

- 5 Como dispositivo de selección o medio para clasificar partículas 1 se emplean preferiblemente cribas oscilantes (dispositivos de cribado 2 con un accionamiento oscilante) o un dispositivo de cribado 2 que, representado de manera oblicua, debido a su inclinación provoca un movimiento de deslizamiento de la partícula 1 a lo largo del dispositivo de cribado 2 en el plano de clasificación con el dispositivo de cribado 2 en reposo, tal como se representa esquemáticamente en la figura 4b. El dispositivo de cribado 2 puede presentar preferiblemente una oscilación circular, una oscilación elíptica o una oscilación plana. Como geometrías de abertura de criba, que describen la geometría de las aberturas pasantes 3 de un fondo de cribado 2, se prevén preferiblemente un orificio redondo, orificio cuadrado, orificio oblongo (como geometrías de abertura bidimensionales), orificio cuadrado en 3D (geometría de abertura tridimensional) u orificio oblongo en 3D (geometría de abertura tridimensional).
- 10 Por tanto es posible preferiblemente distinguir dispositivos de cribado o fondos de cribado 2 con una geometría de abertura bidimensional de aberturas pasantes (denominados en el presente documento fondos de cribado en 2D) y fondos de cribado con geometría tridimensional de las aberturas pasantes (denominados en el presente documento fondos de cribado en 3D). Ambas geometrías pueden aunarse también en un dispositivo de cribado (integral).
- 15 Para un fondo de cribado en 2D 2 se muestran las geometrías de abertura de las aberturas pasantes 3 en la figura 5. Suponiendo que las dimensiones de las geometrías de abertura en la dirección x e y deben ser del mismo tamaño, se consideran como geometrías de abertura un orificio circular o un orificio cuadrado. Para el caso de dimensiones diferentes de la geometría de abertura de las aberturas pasantes 3 en la dirección x e y, puede distinguirse entre una abertura pasante 3 rectangular o elíptica (véanse las figuras 5a a 5d).
- 20 En la figura 6 se muestran posibles geometrías de abertura para un fondo de cribado tridimensional 2 ("fondo de cribado en 3D"). Mediante un fondo de cribado 2 con geometría de abertura tridimensional puede clasificarse básicamente según la dimensión principal a (dimensión más grande máxima, dimensión longitudinal) o según la dimensión principal c (dimensión más pequeña máxima, grosor).
- 25 Preferiblemente para una clasificación según la dimensión principal a para la geometría de abertura en el plano de clasificación x-z se emplea una abertura cuadrada 3, tal como se representa en la figura 6a, 6b (vista en sección (figura 6a) y vista desde arriba (figura 6b)). Para una clasificación según la dimensión principal c (grosor) se prevé preferiblemente una geometría de abertura rectangular para una abertura pasante 4 en el plano de clasificación x-z. En ambos casos una distancia  $w_y$  decide un paso de la partícula 1 por la geometría de cribado.
- 30 A continuación se muestra un modo de funcionamiento de la geometría de abertura tridimensional (en 3D) del fondo de cribado 2 en una clasificación según la dimensión principal a o c en la figura 7 en el ejemplo de una elipsoide ( $a > b > c$ ).
- 35 Como se ilustra en la figura 7a, al usar una geometría de abertura cuadrada en el plano x-z para la clasificación según la dimensión principal a, la partícula 1 bascula sobre una arista 5 entrando en el plano x-z, dado que, suponiendo que  $a > b$ , se ve forzada a caer con su dimensión principal b (anchura) por el plano x-z (plano de clasificación). La partícula 1 incide a continuación sobre un plano 6, que está formado mediante el corte por tres lados y doblado de una pestaña que determina la abertura cuadrada de la abertura pasante en la fabricación del dispositivo de cribado 2 por una chapa perforada (véase la figura 6) y junto a este plano 6 toca además la arista 5. Una dimensión  $w_{\min}$  como dimensión perpendicular entre la arista 5 y el plano 6 decide la probabilidad del paso de la partícula 1. Por la abertura pasante tridimensional formada sólo pasan aquellas partículas 1 que cumplan la condición  $a < w_{\min}$  (véase también la figura 7b) teniendo en cuenta el centro de gravedad de la partícula S, la dirección de acción de la forma de oscilación empleada (dirección de acción de fuerza) y las relaciones de fricción dominantes.
- 40 Un modo de funcionamiento de la geometría de cribado en 3D en una clasificación según la dimensión principal a o según la dimensión principal c se muestra en la figura 8 en el ejemplo de una elipsoide con  $a > b > c$ .
- 45 La figura 8 ilustra el funcionamiento de una clasificación según la dimensión principal a con geometría de abertura tridimensional de la abertura pasante 3, de nuevo con una geometría de abertura cuadrada (véase la figura 8a) en el plano x-z (plano de clasificación), basculando la partícula 1 debido a una posición de su centro de gravedad S sobre la arista 5 ( $w_z$ ) entrando en el plano x-z. Suponiendo que  $a > b$ , se fuerza a la partícula 1 con la dimensión principal b (anchura) a caer por el plano x-z (plano de clasificación). La partícula 1 incide a continuación sobre el plano acodado 6 y toca no sólo esta parte acodada y recortada parcialmente de una chapa perforada 2 que forma el plano de clasificación, sino que además toca la arista 5 designada con  $w_z$  en la figura 6b así como las aristas  $w_x$  dispuestas desplazadas  $90^\circ$  con respecto a ésta de la abertura pasante (véase la figura 6b), es decir, la partícula 1 se sostiene por tres puntos de contacto.
- 50 La medida del acodamiento del plano 6, es decir, la dimensión  $w_{\min}$  como distancia vertical entre la arista 5 ( $w_z$ ) y el plano 6, la posición del centro de gravedad S, un coeficiente de fricción del par de materiales partícula 1/fondo de clasificación o cribado 2 y una dirección de acción de la forma de oscilación empleada de la criba oscilante deciden el paso de la partícula 1.
- 55 Para el comportamiento de paso de las partículas 1 existen dos posibilidades en función de los parámetros mencionados anteriormente. Si el centro de gravedad de la partícula 1 se sitúa, tal como se representa en la figura

- 8a, sobre la arista 5, se expulsa la partícula 1 en función de su longitud, la dirección de acción de fuerza de la oscilación y las relaciones de fricción dominantes. Si el centro de gravedad de la partícula 1 se sitúa, tal como se representa en la figura 8a, por debajo de la arista 5, la partícula 1 entra, en función de su longitud, la dirección de acción de fuerza de la oscilación y las relaciones de fricción dominantes, por la geometría de abertura cuadrada en 3D.
- En caso de emplear una geometría de abertura rectangular en el plano x-z para la clasificación según la dimensión principal c (véase la figura 8b), la partícula 1 bascula debido a una posición de su centro de gravedad S sobre la arista 5 ( $w_z$ ) entrando en el plano x-z, ya que su dimensión principal a se orienta en la arista 5 ( $w_z$ ) suponiendo que  $w_z > w_x$  (véase la figura 6d).
- 10 También en este caso, una dimensión  $w_{\min}$  (véase la figura 8b) como distancia vertical entre la arista 5 ( $w_z$ ) y el plano 6, la posición del centro de gravedad S, el coeficiente de fricción del par de materiales partícula 1/fondo de clasificación o cribado 2 y una dirección de acción de la forma de oscilación empleada (en la realización del dispositivo de cribado como criba oscilante) decide el paso de la partícula 1 por las aberturas pasantes 3 de la criba. Por la geometría de cribado sólo pasan las partículas 1 que cumplen la condición  $c < w_{\min}$  (véase la figura 8b).
- 15 Las figuras 9 y 10 ilustran en una representación tridimensional esquemática, el comportamiento de las partículas 1 en conexión con diferentes geometrías de abertura del dispositivo de cribado 2 para los dos movimientos de partícula “deslizamiento” y “lanzamiento” (véase la figura 4).
- En las figuras se representa el comportamiento de paso en función de la geometría de abertura para productos aciculares, productos en forma de ortoedro y productos planos, es decir, para la clasificación según una dimensión principal a, b o c. Basándose en las formas de realización explicadas anteriormente, con ayuda de los parámetros, geometría de abertura del dispositivo de cribado 2 y movimiento de partícula (“deslizamiento” y “lanzamiento”, véase la figura 4) puede tomarse una decisión en la técnica de procedimiento en cuanto a la posible clasificación.
- 20 La figura 11a,b ilustra en una representación esquemática el principio de operación de la “clasificación en serie doble” con una primera fase de clasificación (figura 11a) para la clasificación según una longitud máxima a, representándose como dispositivo de cribado 2 esquemáticamente una chapa perforada 8 con abertura pasante redonda 3. El diámetro de la abertura pasante 3 se designa con  $d_{\text{orificio}}$ , que define la correspondiente longitud máxima a de las partículas 1, en la primera fase de clasificación. La chapa perforada 8 puede activarse mediante las formas de oscilación, oscilación elíptica, lineal y plana, representadas en la figura 12, para la configuración de una criba oscilante, siguiendo a esta primera fase de clasificación una segunda fase de clasificación (figura 11b), en la que se realiza una clasificación según el grosor de partícula, es decir, en la dirección de la extensión más pequeña c (designada en el presente documento con c). De este modo puede emplearse preferiblemente una clasificación mediante una parrilla de barras 7 o un tejido de malla alargada como dispositivo de cribado 2. Una distancia entre barras de la parrilla de barras 7 se designa con  $\Delta s$ , que define la correspondiente dimensión principal c de las partículas 1, en la segunda fase de clasificación.
- 25 Con referencia a la figura 2 (variantes de clasificación) se establecen para cada una de las variantes (véase la figura 2, columna 5) las posibilidades de implementación según la técnica de procedimiento, basándose en los parámetros “movimiento de partícula” y “geometrías de abertura”, tal como se representa en las figuras 9 y 10.
- Las variantes de clasificación se refieren en cada caso a la sucesión temporal y/o espacial de la primera y la segunda etapa de clasificación para una clasificación en serie doble preferida en función de la respectiva dimensión principal en la primera y/o segunda etapa de clasificación.
- 30 Tal como se ha representado, se eligen las posibilidades de implementación según la técnica de procedimiento para ejemplos de realización de la invención en función del movimiento de partícula (lanzamiento o deslizamiento, véase las figuras 4, 9, 10) así como de la geometría de abertura para aberturas pasantes bidimensionales (orificio redondo, orificio oblongo) o para geometrías de abertura tridimensionales (cuadrado en 3D, rectángulo en 3D). Los ejemplos de realización explicados a continuación se refieren a la abreviatura de la figura 2 (columna derecha 5).
- 35 Para la variante “NI”, es decir, para la clasificación en serie según la acicularidad con la primera clasificación según la dimensión principal a y la segunda clasificación según la dimensión principal b (longitud y anchura), sólo existe una opción de procedimiento preferida para un movimiento de deslizamiento de la partícula 1 con  $S_{v1}$  y una geometría de cribado de orificio redondo en la primera etapa de clasificación y para un movimiento de lanzamiento de las partículas 1 con geometría de orificio redondo y  $S_v > 1$  en la clasificación según la anchura en la segunda clasificación en el ámbito de geometrías de abertura bidimensionales del dispositivo de cribado 2.
- 40 Con respecto a una geometría de criba o geometría de abertura tridimensional de las aberturas pasantes 3 existe una opción preferida de la técnica de procedimiento para el movimiento de partícula “lanzamiento” y “deslizamiento” en cada caso con aberturas de criba cuadradas, aunque sólo para la primera etapa de clasificación.
- 45 Por tanto resumiendo para la variante de clasificación NI sólo se considera una geometría de orificio redondo o cuadrado de las aberturas pasantes 3 con un movimiento de deslizamiento de las partículas 1 en la primera etapa de clasificación y un movimiento de lanzamiento para la segunda etapa de clasificación (por consiguiente dispositivos

de cribado 2 separados con distintos movimientos de accionamiento), o bien una realización del dispositivo de cribado 2 con una geometría de abertura tridimensional y aberturas pasantes cuadradas 3 en la primera etapa de clasificación, tanto para un movimiento de lanzamiento como de deslizamiento de las partículas 1, en combinación con aberturas pasantes 3 de orificio redondo o cuadrado y un movimiento de lanzamiento para la criba oscilante 2, en una segunda etapa de clasificación como formas de realización preferidas. En caso de aplicar un movimiento de lanzamiento, en este caso para la variante NI también puede emplearse un dispositivo de cribado 2 integral con una primera clasificación según la dimensión principal a y una segunda clasificación según la dimensión principal b en una cubierta.

De manera correspondiente, para la variante NII, es decir, de nuevo una clasificación en serie según la acicularidad pero con orden invertido de las etapas de clasificación, es decir, en primer lugar clasificación según la anchura de las partículas 1 (dimensión principal b) y a continuación clasificación según la dimensión principal a (longitud), existe una combinación de procedimiento preferida con el empleo de una geometría de orificio redondo y un movimiento de lanzamiento para el dispositivo de cribado 2 en combinación con un movimiento de deslizamiento para las partículas 1 en la segunda etapa de clasificación con dispositivo de cribado 2 separado con movimiento de deslizamiento de la partícula 1 y geometría de abertura redonda o rectangular de las aberturas pasantes 3. Además de esta combinación de procedimiento preferida en el ámbito de geometrías de abertura bidimensionales existe además, en conexión con la realización explicada anteriormente del procedimiento en la primera etapa de clasificación, la posibilidad de efectuar la clasificación en la segunda etapa de clasificación (por tanto según la dimensión principal a) por medio de configuraciones de abertura tridimensionales del dispositivo de cribado 2 tanto para movimiento de lanzamiento como de deslizamiento de las partículas 1.

Por consiguiente, también en este caso existe por tanto la posibilidad de implementar un dispositivo de cribado 2 integral para la primera y la segunda clasificación por lo que respecta a un accionamiento de cribado, que confiere un movimiento de lanzamiento a las partículas 1 o, en el caso de una configuración separada del segundo dispositivo de cribado 2 y una realización por separado de la segunda clasificación, existe también la posibilidad de implementar esta clasificación mediante un movimiento de deslizamiento de las partículas 1.

Una variante de clasificación adicional RI clasifica las partículas según la cubicidad de las partículas 1 en la combinación de clasificación según la dimensión principal a (primera clasificación) y clasificación subsiguiente según la dimensión principal c (grosor; véase la figura 1). En este caso, por ejemplo, con un dispositivo de cribado 2 oblicuo y estacionario para la introducción de un movimiento de deslizamiento de las partículas 1 y una configuración del dispositivo de cribado 2 con una geometría de orificio redondo para la primera etapa de clasificación y una geometría de orificio oblongo para la segunda etapa de clasificación, puede conseguirse la clasificación según la cubicidad, alternativamente se conseguirá preferiblemente la clasificación según el grosor también con un movimiento de lanzamiento con geometría de orificio oblongo de las aberturas pasantes 3.

Alternativamente a esto es posible una combinación correspondiente también con una configuración del dispositivo de cribado 2 para la segunda etapa de clasificación como geometría de abertura tridimensional con aberturas pasantes rectangulares 4 para un movimiento de deslizamiento común de las partículas 1 en la primera o la segunda etapa de clasificación. Alternativamente, un movimiento de deslizamiento de este tipo puede ponerse en práctica también en una geometría de abertura tridimensional en la primera etapa de clasificación (clasificación según la dimensión principal a) para un movimiento de lanzamiento o de deslizamiento con abertura pasante cuadrada 3 preferiblemente según la técnica de procedimiento, así como la combinación de geometrías de abertura tridimensionales con aberturas cuadradas 3 en un movimiento de lanzamiento o de deslizamiento de la partícula 1 con un mismo régimen de movimiento en la segunda etapa de clasificación con aberturas pasantes rectangulares 4 (véanse las figuras 5 y 6).

Variantes de clasificación adicionales según la figura 2 para la clasificación en serie según la cubicidad intercambiando las etapas de clasificación 1 y 2 son la variante RII así como las dos variantes de procedimiento con clasificación según la planitud para las variantes PI y PII, de las que se derivan al mismo tiempo (tal como se explicó anteriormente) configuraciones constructivas correspondientes para los dispositivos de cribado por un lado, así como en cuanto al accionamiento oscilante común o separado por otro lado.

A partir de una combinación de variantes preferidas según la técnica de procedimiento con variantes de solución constructivas en cuanto a posibles formas de oscilación para el dispositivo de cribado (véase la figura 12) o el correspondiente ángulo de incidencia  $\alpha$ , por ejemplo para cribas oblicuas, dispuestas de manera estacionaria, y la posible vinculación de las etapas de clasificación primera y segunda, pueden obtenerse configuraciones constructivas preferidas para una máquina seleccionadora o para desarrollos de selección en función del resultado de selección deseado (clasificación según la forma basándose en parámetros principales de la partícula).

En cuanto a las geometrías de oscilación se hace referencia en principio a la figura 12.

A este respecto el parámetro "ángulo de incidencia  $\alpha$ " se define por dos posibilidades. O bien el plano de cribado (plano de clasificación) es oblicuo o está situado con un ángulo definido, entonces  $\alpha > 0$ , o bien el plano de cribado o plano de clasificación está dispuesto de manera horizontal, esto se designa con  $\alpha = 0$ . A este respecto una combinación de ángulo de incidencia y forma de oscilación se considera entonces como preferida cuando mediante

la combinación de oscilación y/o ángulo de incidencia se garantiza un transporte de la partícula 1 como material de alimentación en el plano de clasificación (a lo largo del plano de cribado).

Tal como ya se ha explicado existe un tercer elemento para la configuración ventajosa del procedimiento de selección en la posibilidad de realizar la primera clasificación y la segunda clasificación, dado el caso con un dispositivo de cribado común, integralmente de una sola pieza (lo que permite la construcción de máquinas seleccionadoras compactas), considerándose en principio, teniendo en cuenta los parámetros analizados de geometría de abertura de las aberturas pasantes y movimiento de partícula (lanzamiento o deslizamiento) para un dispositivo de cribado integral, que puede realizar las dos etapas de clasificación por partes, sólo las configuraciones que permiten el empleo de la misma forma de oscilación o forma de activación para el transporte de partículas en el plano de clasificación (misma forma de oscilación).

En este caso sólo existe una excepción en el empleo de una oscilación circular y semicircular en el funcionamiento acoplado, que puede implementarse con la combinación de oscilación circular guiada de manera forzada y varilla de acoplamiento. Tal forma de realización se representa como esquema equivalente mecánico en la figura 13. En este caso puede activarse el dispositivo de cribado 2 por un lado (punto de articulación A) mediante una oscilación circular, mientras que al dispositivo de cribado 21 en su otro extremo (punto de articulación B) se le confiere una oscilación elíptica o curvada por medio de una correspondiente articulación de una barra de acoplamiento 10 con oscilación en la dirección de la flecha.

En tal caso el dispositivo de cribado 2 también puede contener dos áreas de clasificación para una primera clasificación en el área de la izquierda y una segunda clasificación en el área de la derecha del dispositivo de cribado 2.

La combinación de los requisitos constructivos, asociada a las condiciones de solución según la técnica de procedimiento, permiten una elección preferida de ejecuciones de procedimiento y variantes de construcción para el diseño según la técnica de procedimiento y de dispositivo de máquinas seleccionadoras según ejemplos de realización preferidos, al menos una primera y una segunda clasificación, que llevan a la obtención de fracciones seleccionadas de partículas con una forma de partícula definida.

En este punto se enfatiza una vez más que la primera y la segunda clasificación también pueden realizarse de manera temporal o espacialmente muy separada mediante módulos individuales (hasta una realización manual en conexión con cantidades de alimentación pequeñas), consiguiéndose en la combinación de la primera y la segunda clasificación siempre el resultado de selección deseado según la forma de grano y, según se desee, según una de las tres dimensiones principales de la partícula.

A la segunda clasificación puede seguirle también una tercera clasificación según la forma de grano o una selección adicional según otras propiedades de partícula o parámetros, lo que puede ser especialmente importante en el caso de mezclas de partículas de diferentes materiales. Por tanto también puede realizarse una combinación de clasificación en serie (= selección según la forma de grano) con al menos dos fases de clasificación en combinación con selección según otros parámetros o propiedades de partícula. Preferiblemente, para reducir la influencia del tamaño de grano, que se superpone negativamente al efecto de la forma de grano y por tanto al efecto de selección, durante la primera etapa de clasificación se realiza un fraccionamiento o este fraccionamiento se combina con la primera etapa de clasificación.

La asociación anteriormente mencionada de las formas de solución preferidas según la técnica de procedimiento con las formas de solución preferidas o posibles desde un punto de vista constructivo, lleva a la formación de soluciones que pueden ponerse en práctica desde el punto de vista técnico.

También antes de la primera clasificación, dado el caso junto con la clasificación según el tamaño de partícula (fraccionamiento), pueden efectuarse selecciones según otros parámetros de la partícula, tales como densidad, conductividad eléctrica o térmica o similares. Por tanto la clasificación en serie doble puede incorporarse en ejecuciones de proceso de otro tipo, en ejecuciones de procedimiento continuas o discontinuas, por partes.

En la figura 14 se muestra esquemáticamente una vez más, de manera correspondiente a la representación del principio de acción de la "clasificación en serie doble", para el "fraccionamiento" del material de alimentación particulado 1 en una "fracción" acicular, cúbica o plana, un dispositivo de cribado 2 con una chapa perforada 8 como dispositivo de cribado 2 en la primera fase de clasificación (clasificación en clases de longitud) y a continuación una parrilla de barras 7 como dispositivo de cribado 2 en la segunda fase de clasificación para la clasificación en clases de grosor, de modo que como resultado se realiza una selección según la cubicidad (clasificación según las dimensiones principales a y c), activándose el dispositivo de cribado 2 en este caso mediante un oscilador lineal.

La figura 15 ilustra esquemáticamente un modelo según la técnica de procedimiento con alimentación y clasificación en clases de longitud en la primera fase de clasificación así como clasificación en clases de grosor en la segunda fase de clasificación para la obtención de una fracción no cúbica en la parte inferior de la criba, mientras que en la parte superior de la criba se obtiene una fracción cúbica, que se suministra dado el caso a una clasificación adicional.

En este caso, la primera etapa de clasificación también sirve para minimizar la influencia del tamaño de grano, que se superpone a menudo negativamente al efecto de la forma de grano y por tanto al efecto de la selección, de modo que la primera fase de clasificación provoca al mismo tiempo un fraccionamiento del material de alimentación 1 (en este caso en dos fracciones).

- 5 Las siguientes figuras describen ejemplos de realización preferidos para dispositivos de selección (máquinas seleccionadoras), en cada caso diferentes en su selección según acicularidad, cubicidad o planitud y según el modo constructivo con realización de la primera y la segunda etapa de clasificación en un dispositivo de cribado 2 o en dos dispositivos de cribado 2 separados.

- 10 Las figuras 16 a 18 ilustran una máquina seleccionadora 10 para la selección según la acicularidad, es decir, según las dimensiones a y b, realizándose ambas etapas de clasificación sobre una cubierta, es decir, con un dispositivo de cribado 2 integral. Los dispositivos de cribado 2 en la máquina seleccionadora o el dispositivo de selección 10, que se encuentran en una carcasa 11, que está montada de manera elástica mediante resortes de apoyo 12, presentan en este caso orificios cuadrados en 3D 3 en conexión con orificios redondos 13 de una chapa perforada 8. Están previstas tres fracciones en el ámbito de la primera etapa de clasificación (orificios cuadrados en 3D 3), estando prevista una alimentación de material en 14.

La máquina seleccionadora 10 representada en las figuras 16 a 18 consiste en tres planos de clasificación dispuestos uno sobre otro para material grueso, intermedio y fino. El dispositivo de cribado 2 forma una superficie de cribado para la dimensión longitudinal a de las partículas 1. En la segunda etapa de clasificación mediante los orificios redondos 13 se clasifica según la anchura de partícula b.

- 20 Desde las cubiertas 15 a 17 correspondientes, con el material grueso, el material intermedio y el material fino clasificado según acicularidad, éste llega a una carcasa 18 de una salida de producto, en la que se encuentran los canales de extracción 19 a 21 para el material grueso, intermedio y fino no acicular, así como los correspondientes canales de extracción 22 a 24 para el material grueso, intermedio y fino acicular.

Con 25 se designa una salida para grano inferior.

- 25 En la vista lateral esquemática de la carcasa para la salida de producto con 26 se designa una salida para material acicular y con 27 una salida para material no acicular. En este caso se reúne de nuevo el material grueso, intermedio y fino seleccionado según la acicularidad. También es posible, evidentemente, mantener las fracciones y evitar una reunión común en la salida 26 (ó 27).

- 30 En las figuras 19 a 21 se muestra esquemáticamente un ejemplo de realización adicional para un dispositivo de selección o máquina seleccionadora 10 según la acicularidad, estando separadas en este caso la primera y la segunda fase de clasificación y realizándose sobre dos cubiertas, es decir, dos dispositivos de cribado 2 separados en cada caso para cada fracción.

En este caso se emplean en cada caso dispositivos de cribado 2 configurados como chapa perforada 8 en la primera y la segunda fase de clasificación.

- 35 También en este caso se forman de nuevo tres fracciones (material grueso, material intermedio y material fino).

Por lo demás se remite a la descripción con respecto a la realización con dispositivo de cribado integral.

En las figuras 22 a 24 se muestra una máquina seleccionadora 10 o dispositivo de selección 10 para una selección según la cubicidad en representación esquemática.

- 40 El dispositivo de cribado 2 integral está configurado en este caso como chapa perforada 8 en conexión con una parrilla de barras 7. También en este caso se forman de nuevo tres fracciones y se realiza en primer lugar una selección en material grueso, intermedio y fino según la cubicidad, de modo que el material no cúbico en la salida 26, el material cúbico en la salida 27 puede formarse y evacuarse con las tres fracciones reunidas.

- 45 También en este caso puede prescindirse evidentemente de una reunión de las fracciones material grueso, intermedio y fino y evacuarse en cada caso el material seleccionado según la cubicidad y según el tamaño de partícula del dispositivo de selección.

- 50 De manera correspondiente al dispositivo de selección o la máquina seleccionadora 10 según la acicularidad según las figuras 19 a 21, en las figuras 25 a 27 se representa también una selección según la cubicidad sobre dos cubiertas, es decir, separando la primera y la segunda etapa de clasificación en dos dispositivos de cribado 2. Por lo demás los mismos símbolos de referencia designan los mismos elementos que en los ejemplos de realización anteriores a partir de la figura 16.

Finalmente en las figuras 28 a 30 está formada una representación correspondiente para una selección en tres fracciones de tamaño según la planitud con una chapa perforada y aberturas rectangulares en 3D en la primera y la segunda etapa de clasificación por medio de un dispositivo de cribado 2 unitario integral, mientras que en las figuras 31 a 33 se muestra una selección según la planitud distribuyendo la primera y la segunda etapa de clasificación en

dos dispositivos de cribado 2 separados. También en este caso se remite de nuevo con respecto a los elementos individuales a las explicaciones anteriores con los símbolos de referencia correspondientes.

5 Mediante la invención es posible una selección ventajosa de partículas según la forma de partícula, que lleva a procesos de selección esencialmente más eficaces y a nuevas propiedades de material optimizadas o perfectas. De este modo puede lograrse por ejemplo una densidad de relleno claramente mejorada así como isotropía o anisotropía en el empleo de partículas preseleccionadas adecuadas. La procesabilidad o capacidad de reacción de las partículas también puede modificarse. Además puede mejorarse claramente la capacidad de transporte de materiales, si se antepone una selección ventajosa de partículas según la invención.

10 La invención se aplica, entre otros, aunque no exclusivamente, para procesos de selección en la agricultura tal como por ejemplo en la recolección y procesamiento posterior de fruta, verdura, bayas y cereales, en el caso de semillas, abonos, piensos, especias, granos de café, nueces, tabaco, té, huevos u otros productos de origen animal, así como pescado, carne o productos (intermedios) de los mismos, así como productos de desecho o secundarios derivados;

15 en la industria de la limpieza o procesamiento de materias primas tales como gravilla, grava, tierras, carbones, sales, materiales derivados de la madera así como productos semiacabados o productos intermedios, productos a granel naturales o sintéticos o polvos tal como por ejemplo cal, cemento, fibras, coque, grafito natural, grafito sintético, plásticos así como sus aditivos, materiales compuestos, cerámica, vidrio, metal, virutas de madera, aditivos para procesos industriales, medios de abrasión o pulido, tornillos, clavos, monedas, piedras preciosas, piedras semipreciosas, chatarra, productos reciclados u otros flujos de material de desecho, productos a granel o polvos en

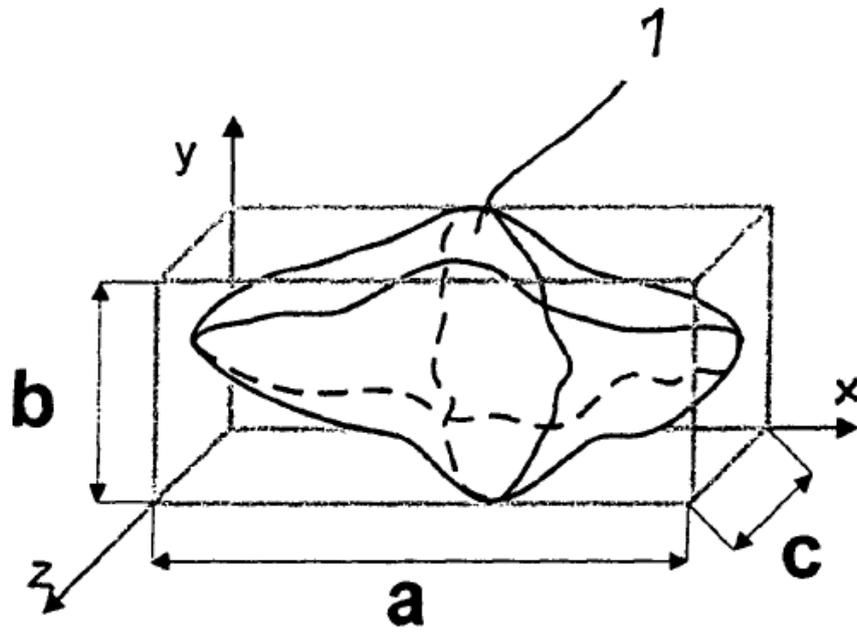
20 la industria química o farmacéutica, como por ejemplo detergentes, pigmentos, materiales de carga para reactores, catalizadores, principios activos y adyuvantes o comprimidos medicinales o cosméticos.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para seleccionar partículas (1), en el que en una sucesión temporal y/o espacial se seleccionan partículas en al menos dos fases de clasificación según su geometría de partícula, caracterizado por que
- 5 para la selección de las partículas (1) según su parámetro de planitud (relación anchura/grosor) durante la primera fase se realiza una clasificación de las partículas según una extensión de partícula intermedia (b), y durante la segunda fase se realiza una clasificación de las partículas según una extensión de partícula mínima (c).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que temporal y/o espacialmente antes de una selección según al menos otro de los parámetros de acicularidad (relación longitud/anchura) y/o cubicidad (relación longitud/grosor) se produce una selección según la planitud.
- 10 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que se realiza una selección mediante clasificación bi o tridimensional y en un plano de clasificación oscilante o no oscilante.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que la clasificación se realiza en un plano de clasificación inclinado.
- 15 5. Procedimiento según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado por que el plano de clasificación presenta aberturas pasantes (3; 4) rectangulares y/o elípticas como geometrías de abertura bidimensionales
6. Procedimiento según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado por que el plano de clasificación presenta un orificio cuadrado en 3D, orificio redondo en 3D, orificio elíptico en 3D o un orificio oblongo en 3D como geometrías de abertura tridimensionales, y/o las partículas (1) se conducen en la zona de las aberturas pasantes (3) con geometría de abertura tridimensional a lo largo de un plano inclinado (6).
- 20 7. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que el plano de clasificación presenta aberturas pasantes (3; 4) cuadradas o circulares.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 5 a 7, caracterizado por que una abertura pasante (3; 4) está definida por una distancia vertical del plano (6) con respecto a una arista (5) opuesta, que delimita la abertura pasante en el plano de clasificación.
- 25 9. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, caracterizado por que, a continuación se realiza una clasificación de las partículas (1) según una extensión de partícula máxima (a) y entonces una clasificación de la partícula según la extensión de partícula intermedia (b) esencialmente perpendicular a la extensión de partícula máxima.
- 30 10. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que un orden de una selección de las partículas (1) según su acicularidad y/o cubicidad se selecciona libremente.
11. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, caracterizado por que se realiza una clasificación de las partículas (1) en cada caso por cribado, y/o una selección de las partículas (1) mediante clasificación en al menos un plano de clasificación se realiza con un dispositivo de cribado móvil o inmóvil (2) y geometrías de abertura predefinidas de las aberturas pasantes, y/o la selección mediante clasificación de las partículas (1) se realiza con una criba móvil mediante oscilación circular, elíptica, lineal o plana o con una criba inmóvil con un plano de cribado inclinado, y/o se ajustan una frecuencia de oscilación y/o una amplitud de una criba oscilante de manera específica para las partículas para el ajuste de un movimiento de partículas predefinido.
- 35 40 12. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 11, caracterizado por que se realiza una clasificación de las partículas (1) mediante cribado con aberturas pasantes de geometrías de abertura predefinidas, en particular orificio redondo, orificio cuadrado, orificio oblongo, orificio elíptico, orificio cuadrado en 3D, orificio redondo en 3D, orificio elíptico en 3D u orificio oblongo en 3D, en particular también en combinación entre sí.
- 45 13. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que la selección mediante clasificación de las partículas (1) según la extensión de partícula máxima (a) se realiza con un orificio redondo, orificio rectangular, orificio cuadrado, orificio oblongo, orificio elíptico, orificio cuadrado en 3D, orificio circular en 3D, orificio elíptico en 3D o un orificio rectangular en 3D predefinido.
- 50 14. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, caracterizado por que la selección mediante clasificación de las partículas (1) según la extensión de partícula intermedia (b) esencialmente perpendicular a la extensión de partícula máxima (a) se realiza con un orificio redondo, orificio cuadrado, orificio circular en 3D, orificio cuadrado en 3D predefinido.

15. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 2 a 14, caracterizado por que la selección mediante clasificación de las partículas (1) según la extensión de partícula mínima (c) esencialmente perpendicular a la extensión de partícula máxima (a) se realiza con un orificio oblongo, orificio elíptico u orificio rectangular en 3D u orificio elíptico en 3D predefinido.
- 5 16. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 15, caracterizado por que a la selección de las partículas (1) le precede un fraccionamiento, y/o se seleccionan partículas (1) de distintas fracciones en paralelo en un dispositivo común mediante clasificación, y/o se realiza un fraccionamiento de las partículas (1) conjuntamente con una primera selección mediante clasificación.
- 10 17. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 16, caracterizado por que la selección se realiza en al menos dos fases de clasificación de un dispositivo de selección común (2), y/o la selección se realiza para ambas fases de clasificación con una chapa perforada, en particular común, o la selección se realiza en al menos dos fases de clasificación con dispositivos de selección separados (2) en carcasas separadas (11).
- 15 18. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 17, caracterizado por que la selección mediante clasificación de las partículas (1) según la extensión de partícula mínima (c) esencialmente perpendicular a la extensión de partícula máxima (a) se realiza con una parrilla de barras con una distancia entre barras predefinida (As) o un tejido de malla alargada con un distancia de malla predefinida (As) como dispositivo de cribado (2).
- 20 19. Dispositivo para realizar el procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 18, con un primer dispositivo de clasificación para clasificar las partículas (1) según una extensión de partícula intermedia (b), y un segundo dispositivo de clasificación para clasificar la partícula según una extensión de partícula mínima (c), esencialmente perpendicular a la extensión de partícula intermedia.
- 20 20. Dispositivo según la reivindicación 19, caracterizado por que el primer y/o segundo dispositivo de clasificación es un dispositivo de cribado (2).
- 25 21. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 19 a 20, caracterizado por que al menos dos dispositivos de clasificación están realizados integralmente.
22. Dispositivo según la reivindicación 21, caracterizado por que los dispositivos de clasificación están formados por un dispositivo de cribado integrado con aberturas pasantes de distinta geometría de abertura.
- 30 23. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 19 a 20, caracterizado por que los al menos dos dispositivos de clasificación están realizados separados entre sí.
24. Dispositivo según la reivindicación 23, caracterizado por que los dispositivos de clasificación están formados por dispositivos de cribado separados (2) con aberturas pasantes (13) de geometría de abertura igual o distinta.
- 35 25. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 19 a 24, caracterizado por que los dispositivos de clasificación como dispositivos de cribado son osciladores circulares, elípticos, lineales o planos o está formado un plano de clasificación estacionario por un dispositivo de cribado dispuesto de manera inclinada, y/o al menos un dispositivo de clasificación es un dispositivo de cribado (2) con aberturas pasantes de geometrías de abertura predefinidas, y/o al menos un dispositivo de clasificación es un dispositivo de cribado (2) configurado como criba oscilante, con una frecuencia de oscilación y/o amplitud que se ajustan de manera específica para el producto para el ajuste de un movimiento de partículas predefinido.
- 40 26. Dispositivo según la reivindicación 25, caracterizado por que el dispositivo de cribado (2) del al menos un dispositivo de clasificación presenta aberturas pasantes como orificio redondo, orificio cuadrado, orificio oblongo, orificio elíptico, orificio cuadrado en 3D, orificio redondo en 3D, orificio elíptico en 3D u orificio oblongo en 3D, dado el caso en combinación entre sí.
- 45 27. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 19 a 26, caracterizado por que el dispositivo de clasificación para la clasificación de la partícula según una extensión de partícula intermedia (b) presenta un dispositivo de cribado (2) con un patrón de orificios con un orificio redondo, orificio cuadrado, orificio cuadrado en 3D u orificio redondo en 3D predefinido, en particular en combinación entre sí.
- 50 28. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 19 a 27, caracterizado por que el dispositivo de clasificación para la clasificación de la partícula según la extensión de partícula mínima (c), esencialmente perpendicular a la máxima es un dispositivo de cribado (2), que está formado por barras o es un tejido de malla alargada, con una distancia entre barras o distancia de malla predefinida (As) o un fondo de orificios elípticos, fondo de orificios rectangulares en 3D o fondo de orificios elípticos en 3D.
- 55

29. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 19 a 28, caracterizado por un primer y un segundo dispositivo de clasificación configurados como primer y segundo dispositivo de cribado en una carcasa común y/o con un dispositivo de accionamiento común y/o con un dispositivo de transporte que conduce las partículas a través de los dispositivos de clasificación.
- 5 30. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 19 a 29, caracterizado por una unidad de fraccionamiento y una unidad de selección en una carcasa común y/o en el que la unidad de fraccionamiento es al mismo tiempo el primer dispositivo de clasificación.
- 10 31. Uso de un dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 19 a 30, para la realización de un procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 18, o para la selección de carbón para altos hornos o para la selección de grava/gravilla o para el tratamiento de polvos o para la selección de material de carga para reactores de lecho fijo o para la selección de productos de desecho, chatarra, productos de desecho de producción en procesos de reciclado, o para la selección de alimentos y estimulantes, o productos farmacéuticos, cosméticos o cerámicos, según su forma de partícula.



*Fig. 1*

Etapa de clasificación 1	Etapa de clasificación 2	Forma de grano		Variante
		factor	descripción	
1	2	3	4	5
a	b	$\Psi_{(a/b)}$	acicularidad	NI
a	c	$\Psi_{(a/c)}$	cubicidad	RI
b	a	$\Psi_{(a/b)}$	acicularidad	NII
b	c	$\Psi_{(b/c)}$	planitud	PI
c	a	$\Psi_{(a/c)}$	cubicidad	RII
c	b	$\Psi_{(b/c)}$	planitud	PII

Tabla 1: Variantes de clasificación

Fig. 2

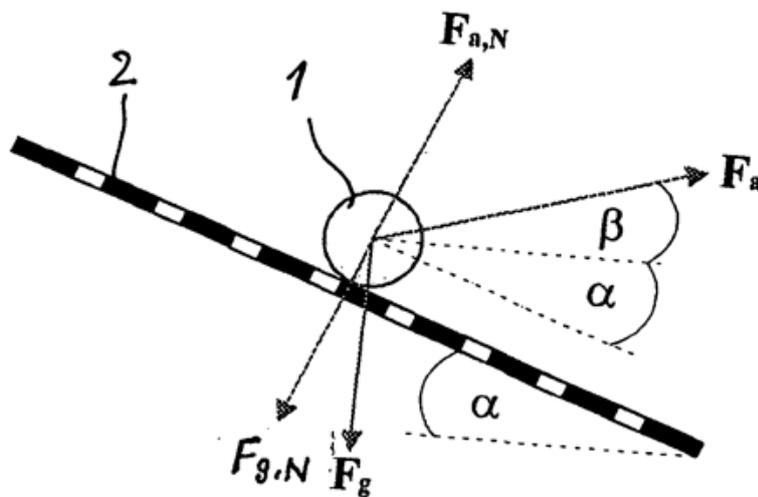


Fig. 3

Movimiento de lanzamiento

Movimiento de deslizamiento

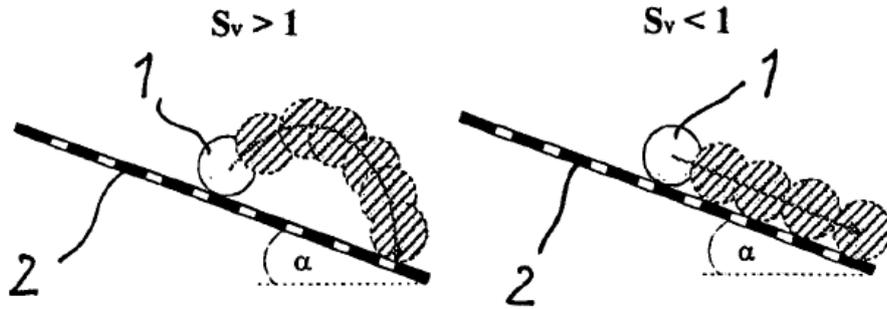


Fig. 4a

Fig 4b

Fig. 4

$X_{\text{dirección}} = Y_{\text{dirección}}$

$X_{\text{dirección}} \neq Y_{\text{dirección}}$

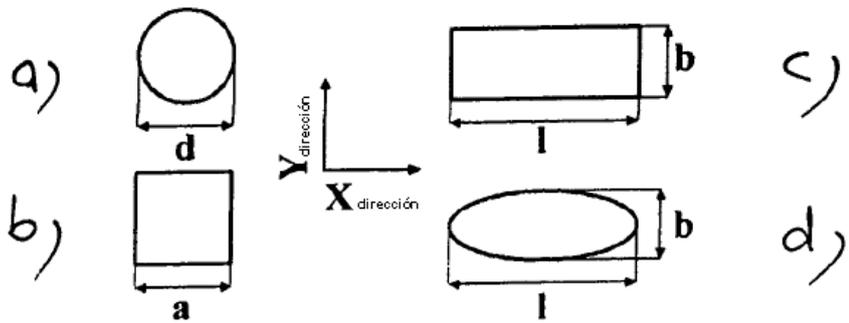


Fig. 5

Ajuste para  
clasificación según c

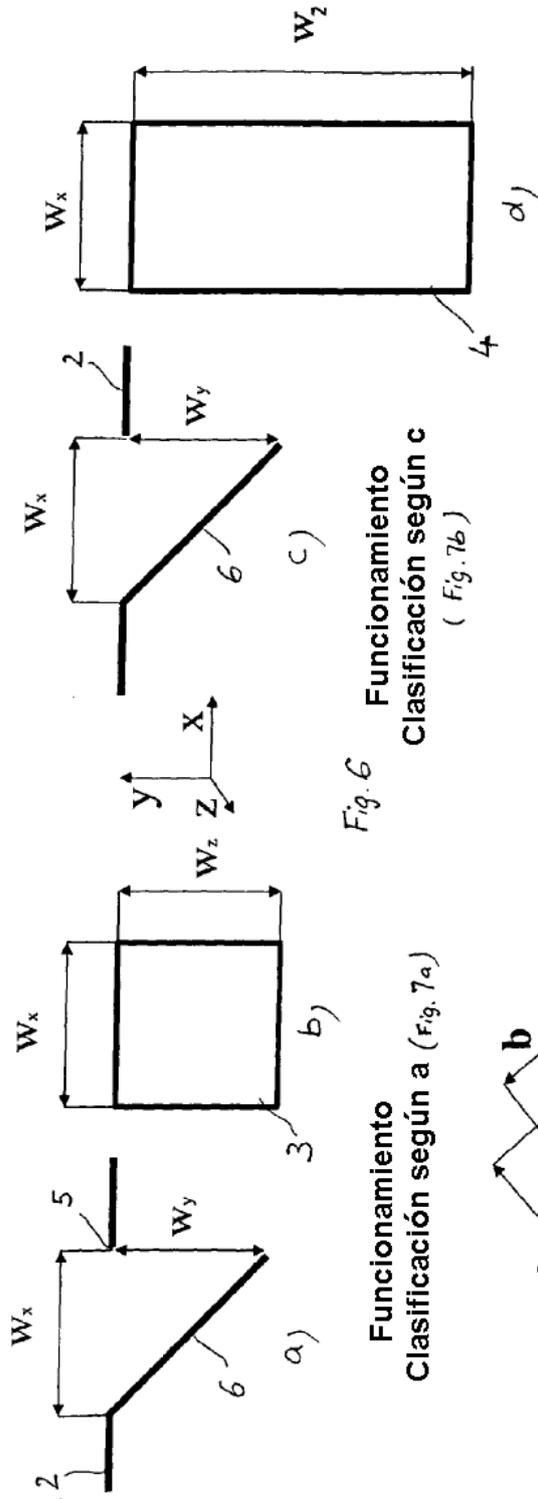
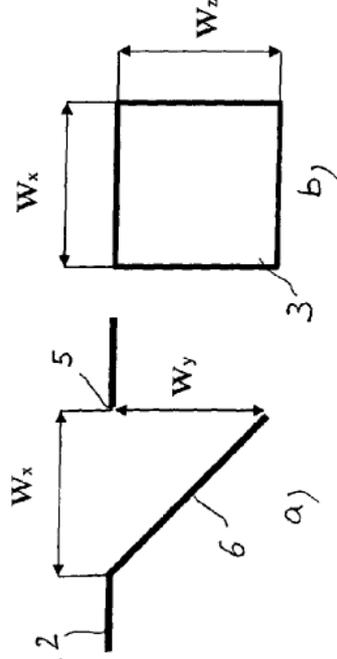


Fig. 6  
Funcionamiento  
Clasificación según c  
( Fig. 7b )

Ajuste para  
clasificación según a



Funcionamiento  
Clasificación según a ( Fig. 7a )

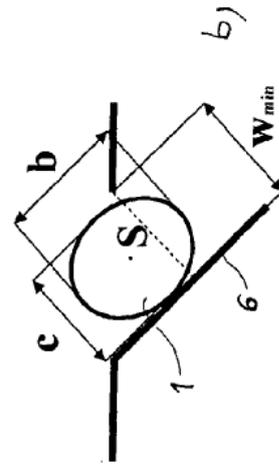
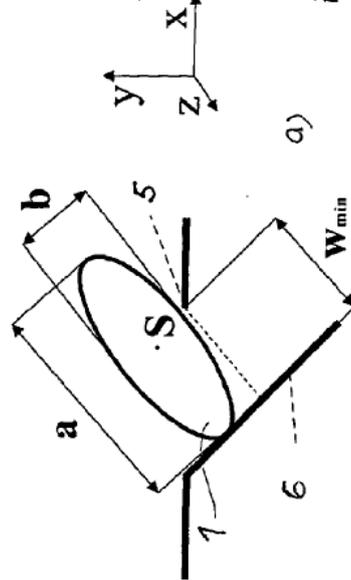


Fig. 7



a)

**Funcionamiento  
Clasificación según a**  
(la partícula pasa)

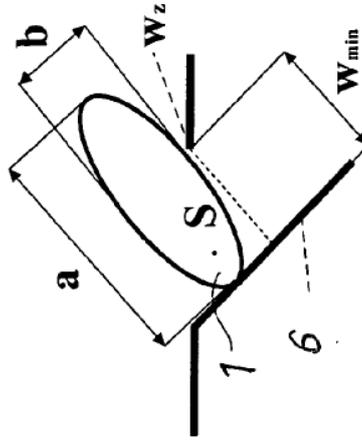


Fig. 8a2

**Funcionamiento  
Clasificación según a**  
(la partícula no pasa)

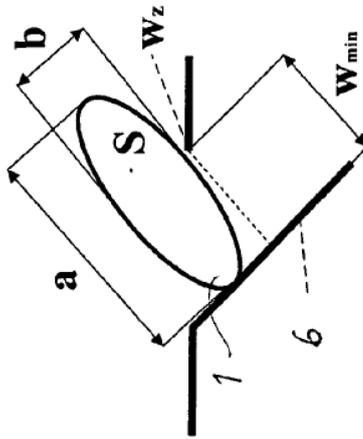


Fig. 8a1

**Funcionamiento  
Clasificación según c**

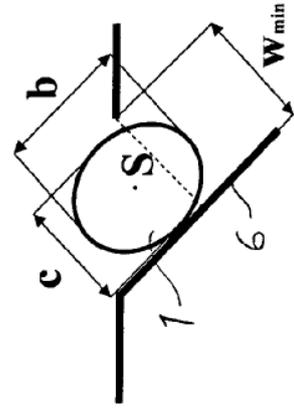
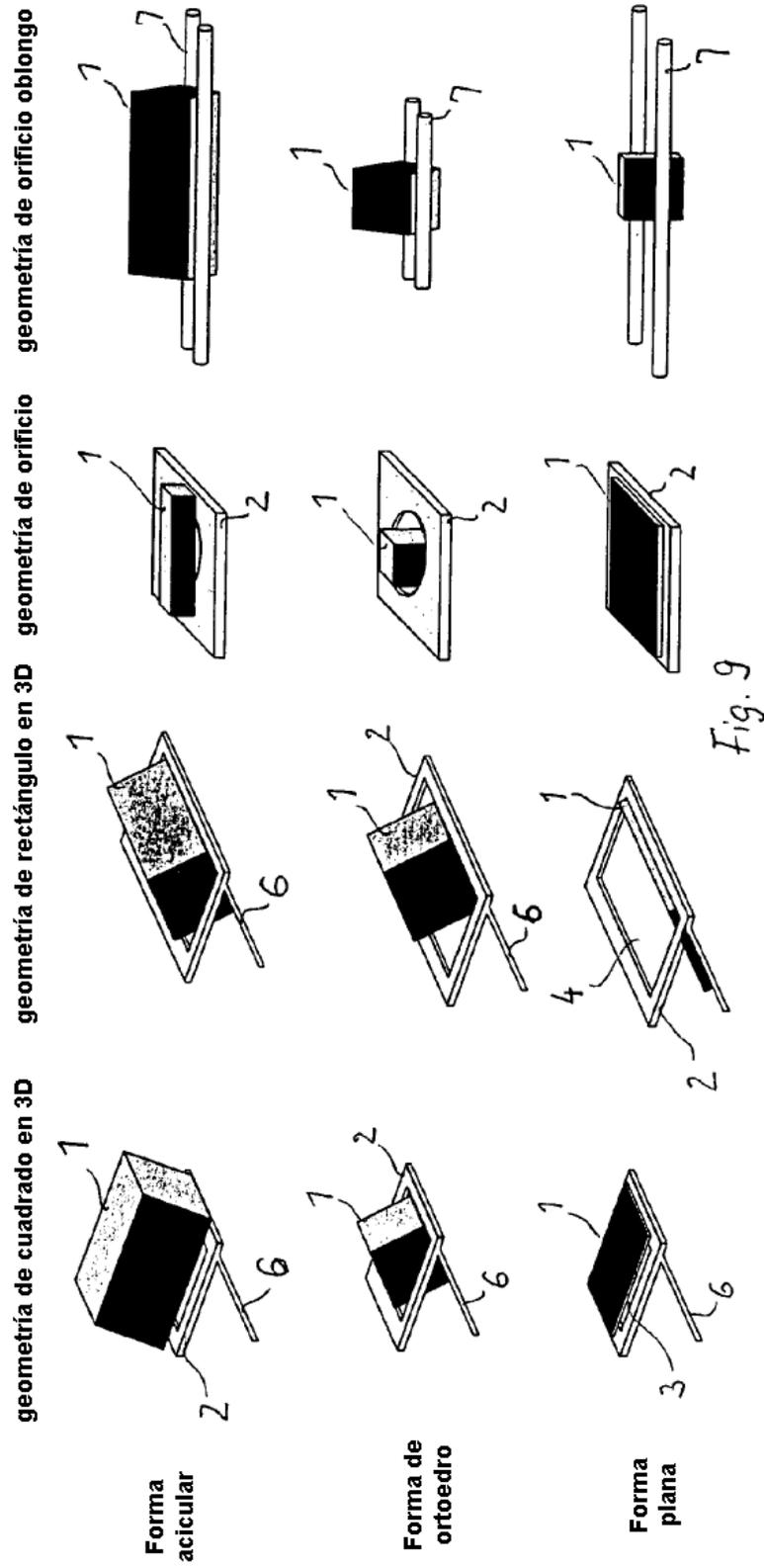


Fig. 8b

Fig. 8

**Funcionamiento de las geometrías de abertura con distintas formas de partícula y un movimiento de deslizamiento**



**Funcionamiento de las geometrías de abertura con distintas formas de partícula y un movimiento de lanzamiento**

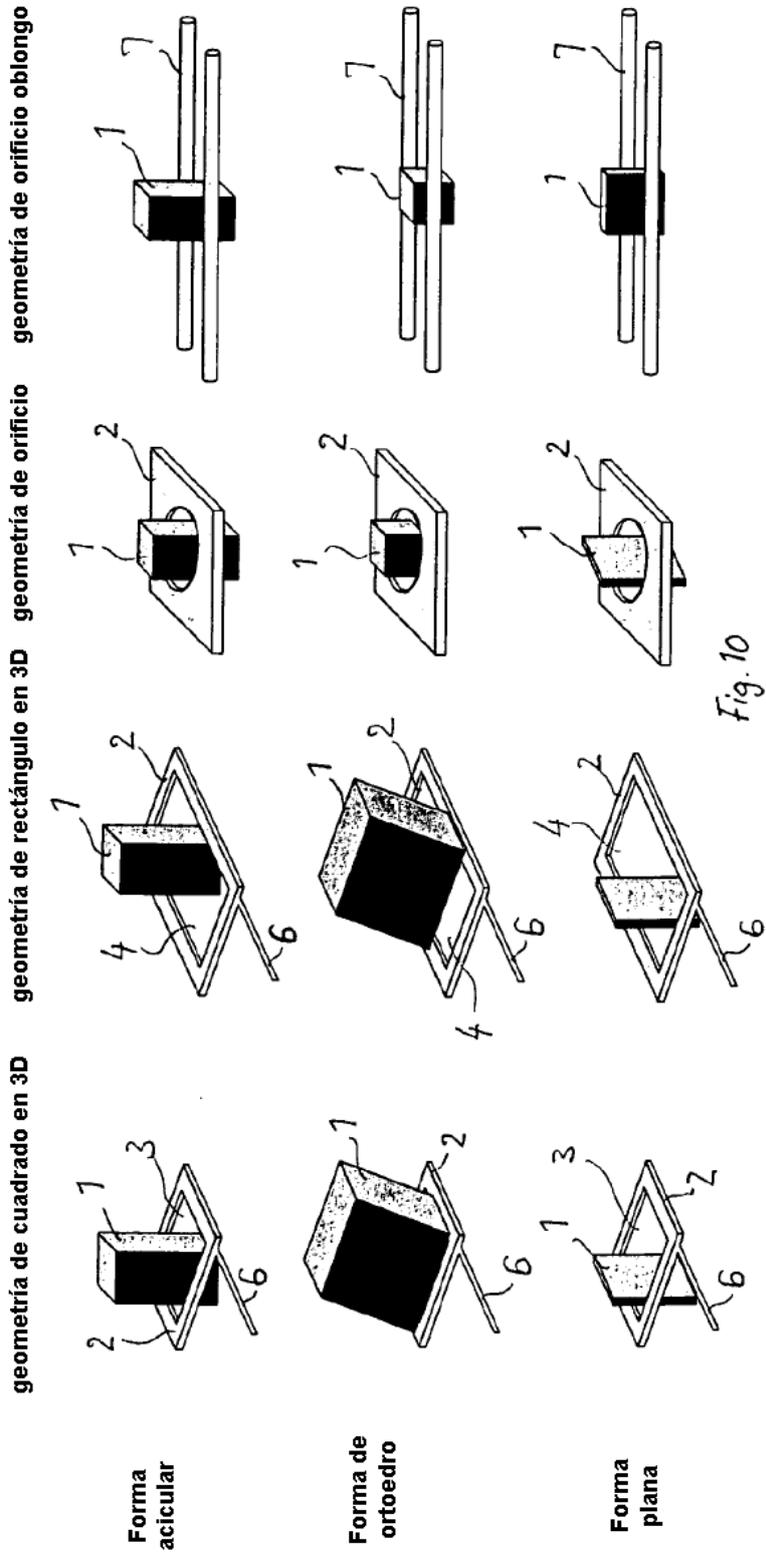
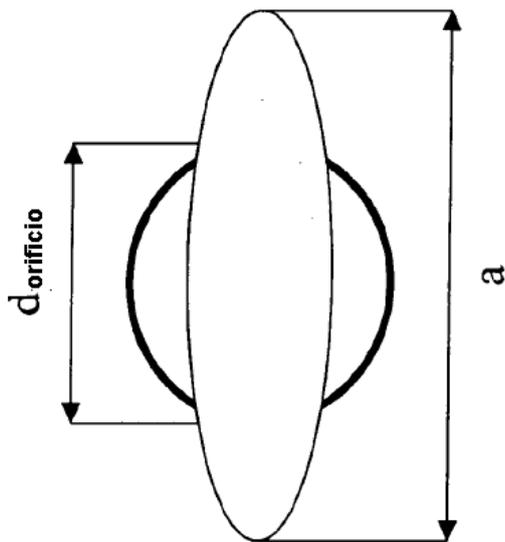


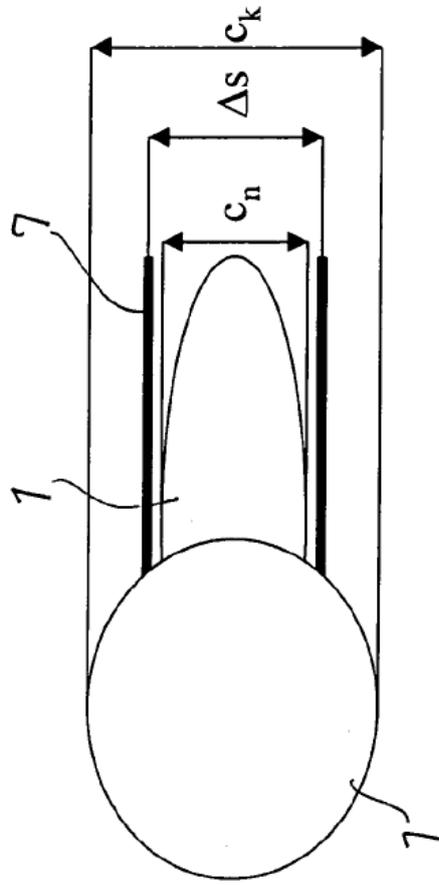
Fig. 10

**1ª Fase:**  
Clasificación en clases de longitud  
(con forma de oscilación adecuada)



p.ej. chapa perforada

**2ª Fase:**  
Clasificación en clases de grosor  
(efecto de orientación debido a las barras)



p.ej. parrilla de barras o tejido  
de malla alargada

Fig. 11

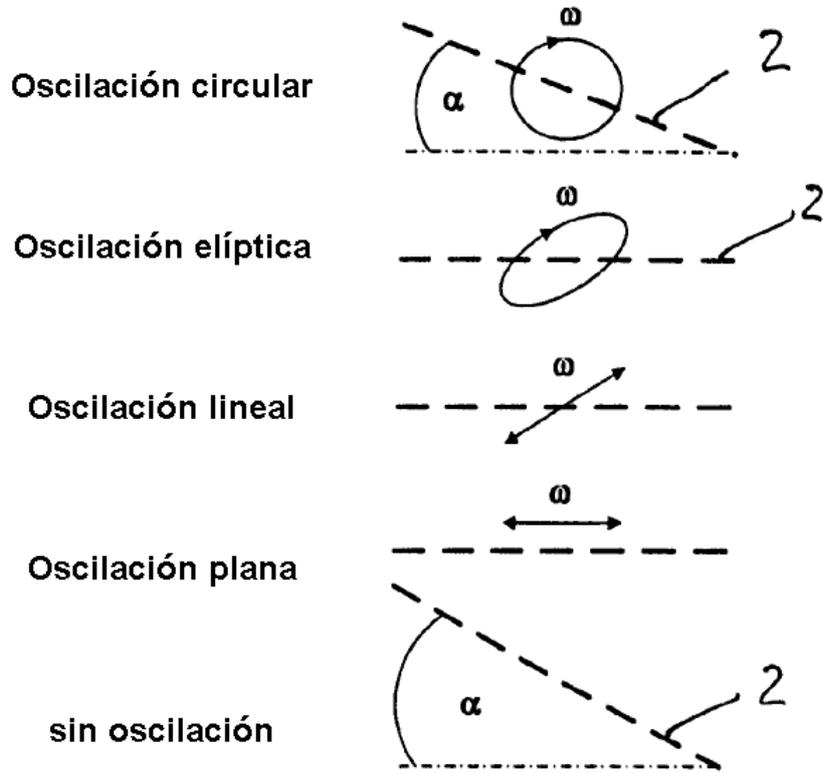


Fig. 12

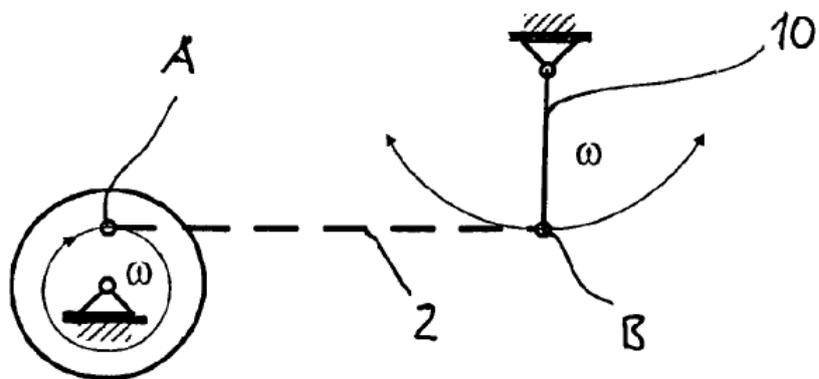
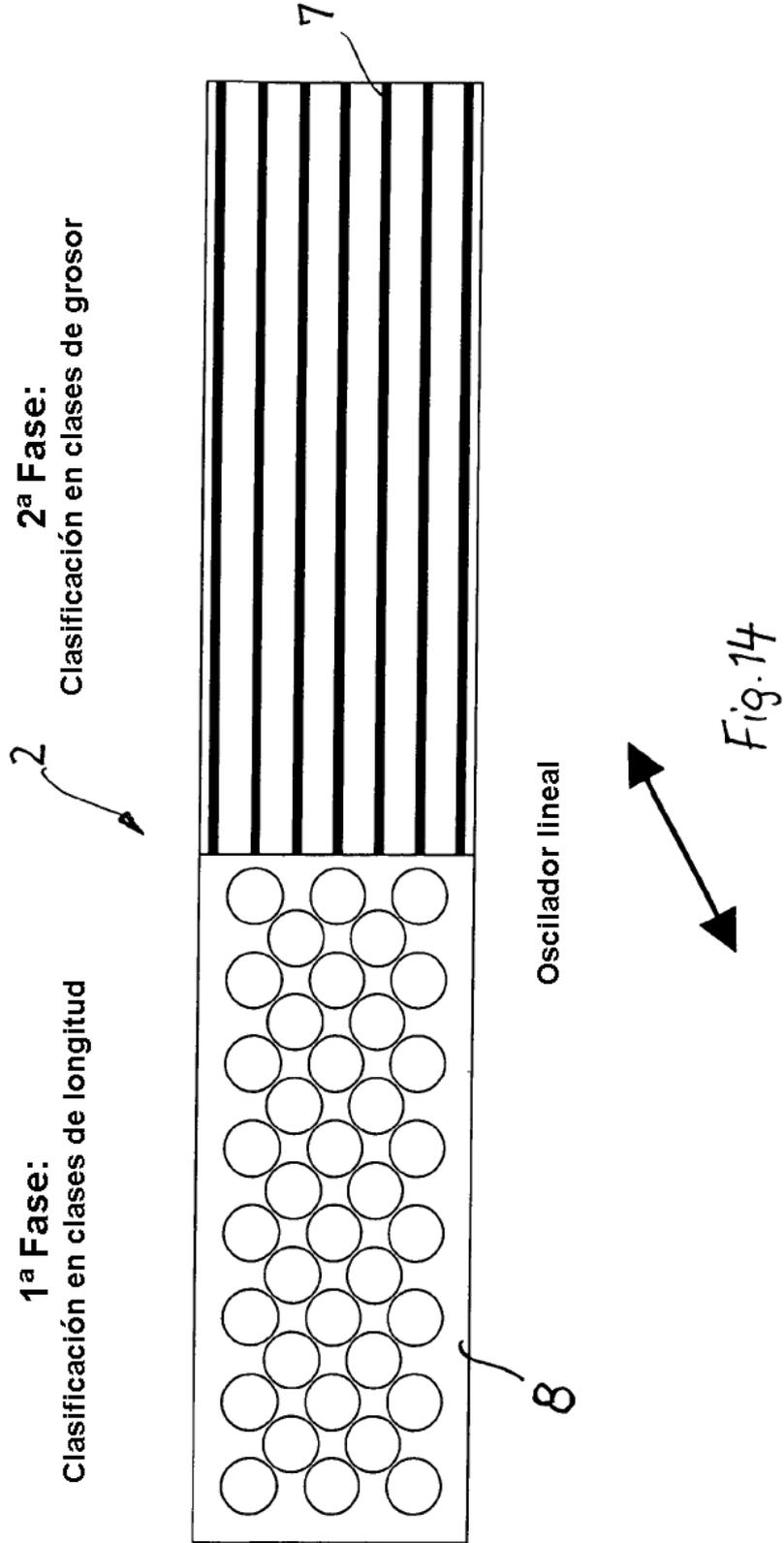


Fig. 13





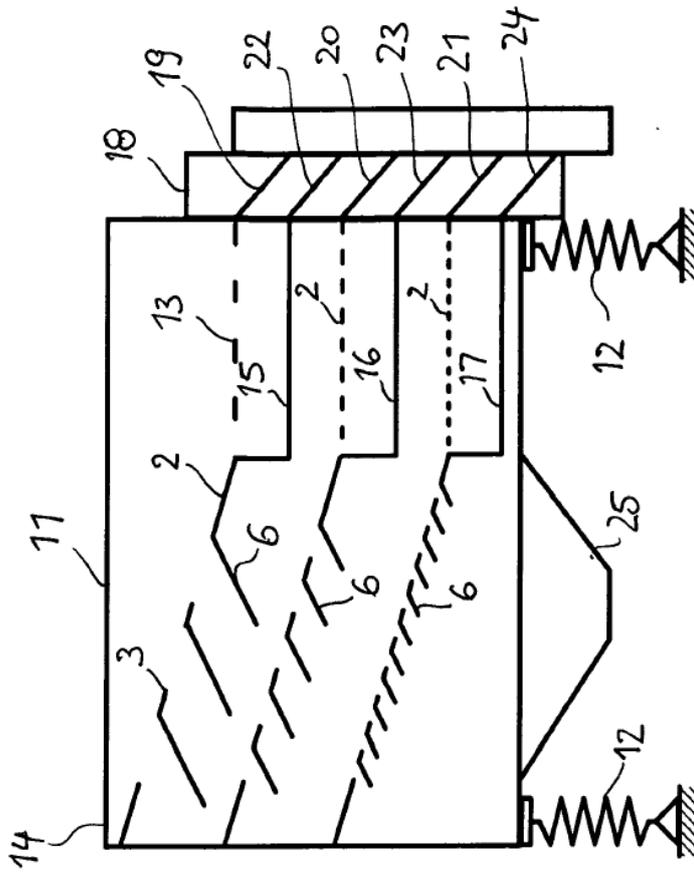


Fig. 16

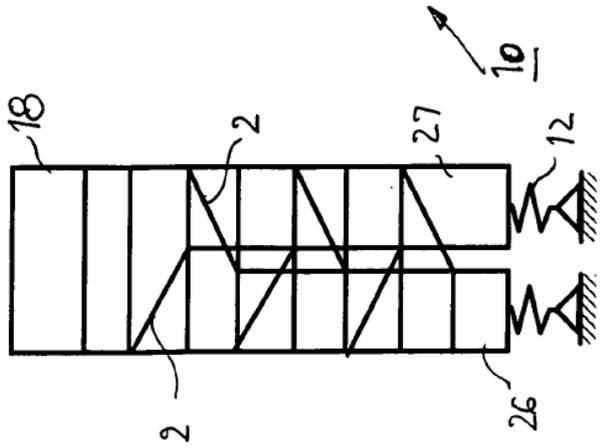


Fig. 17

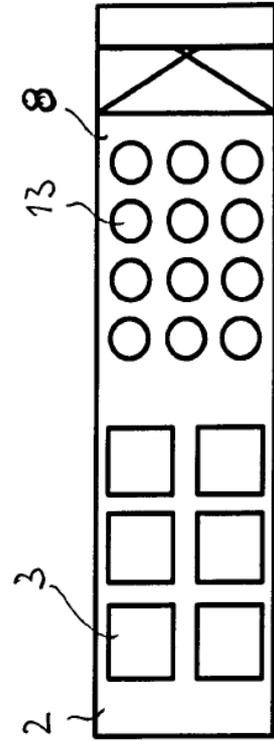
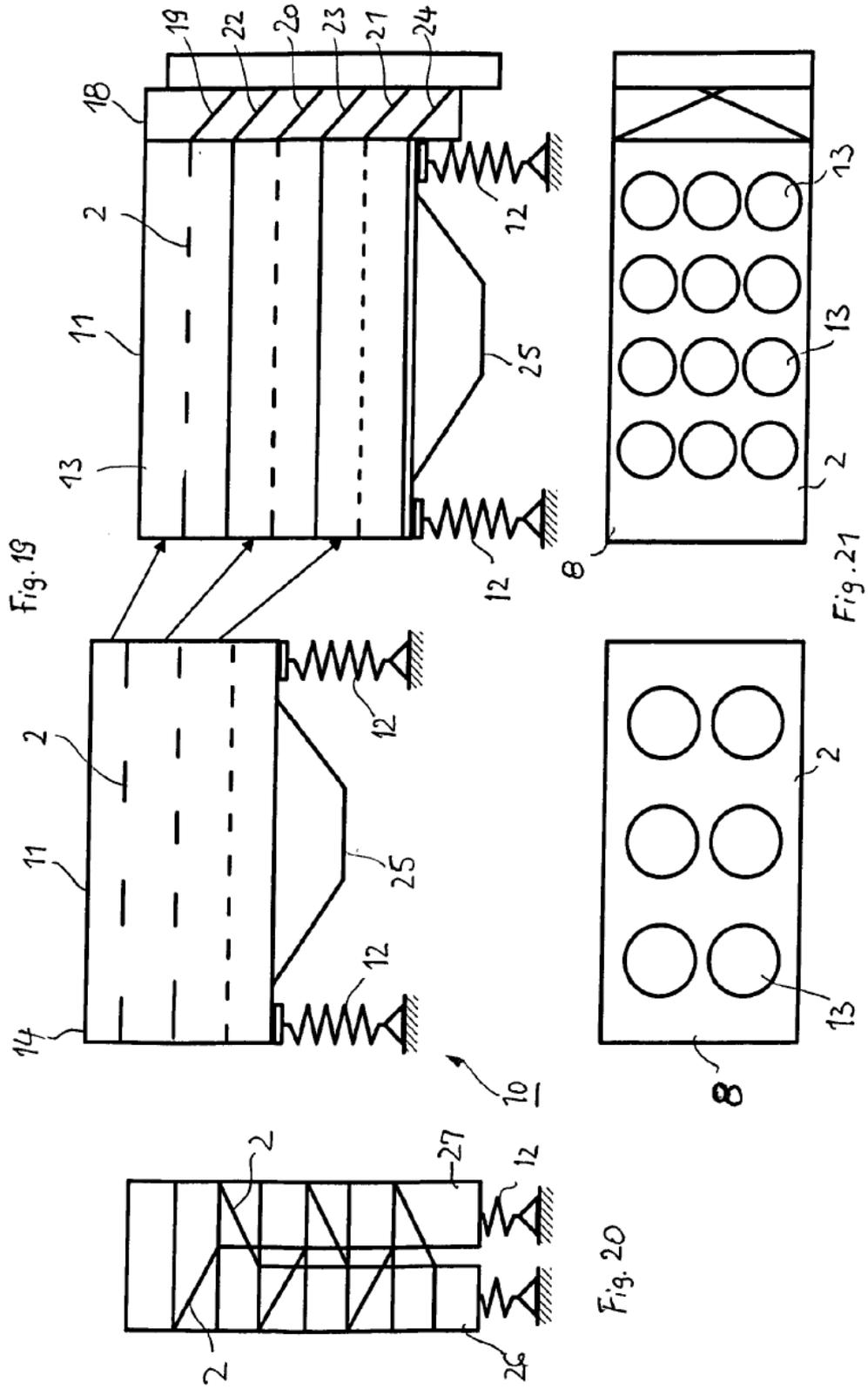
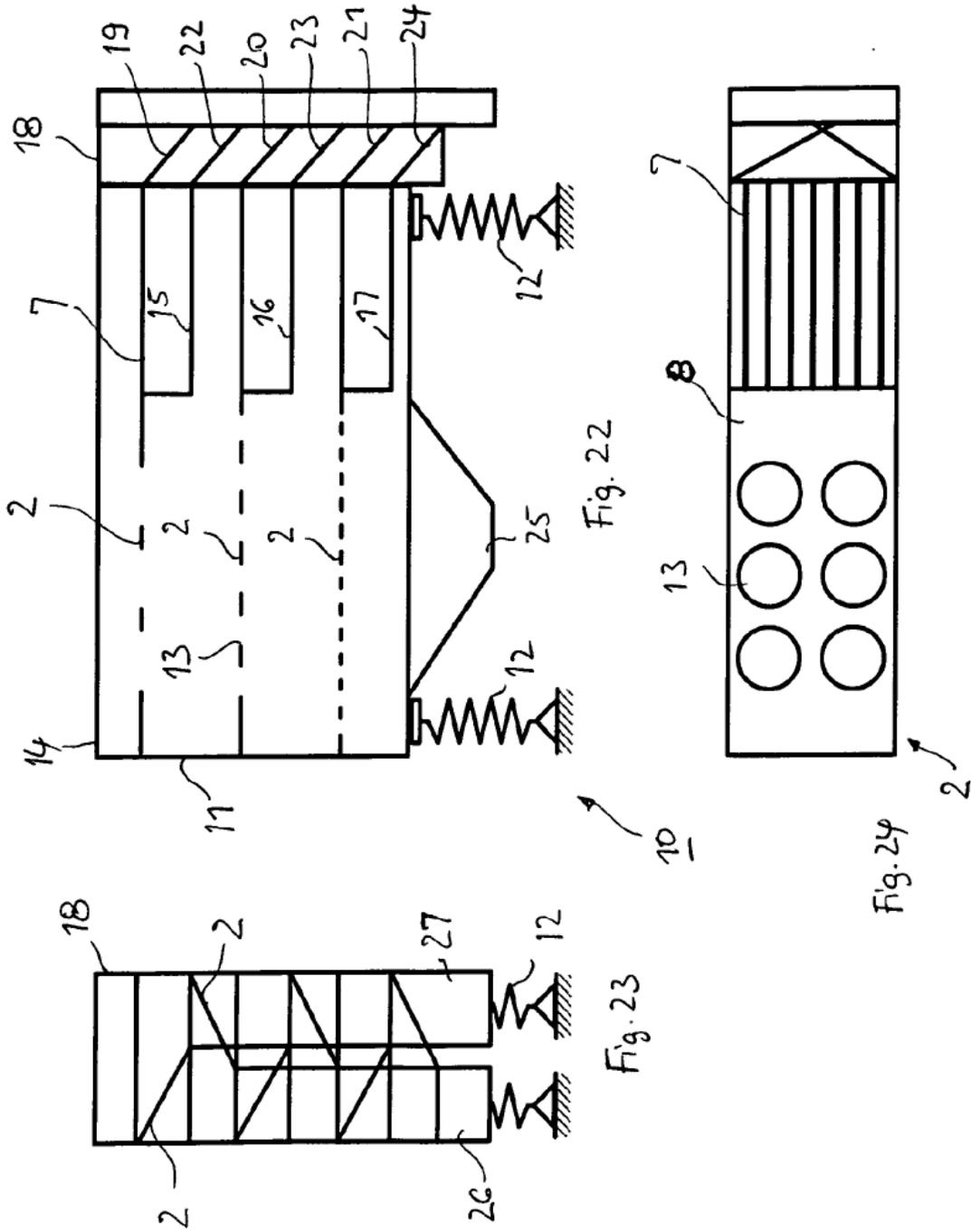
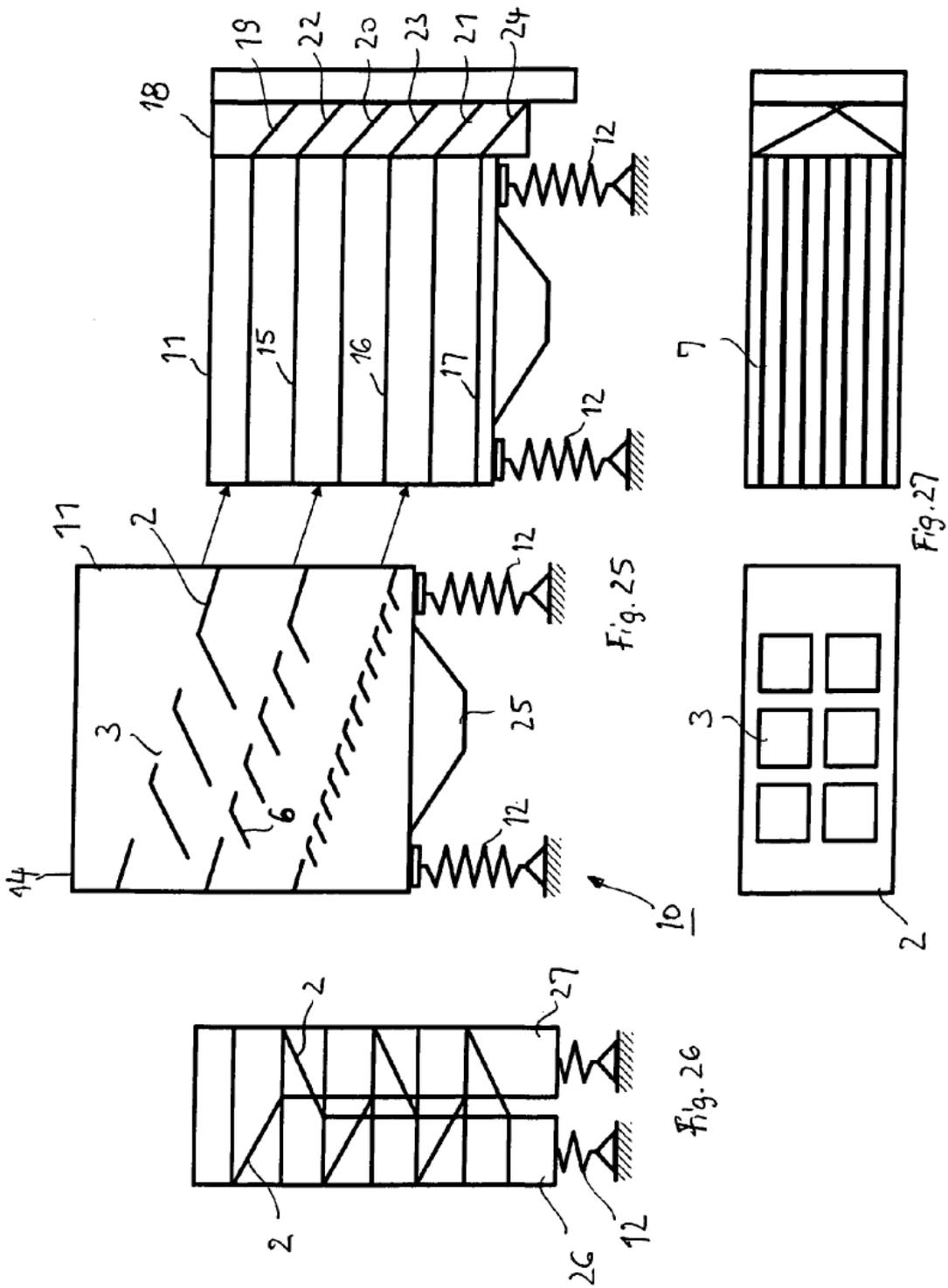


Fig. 18







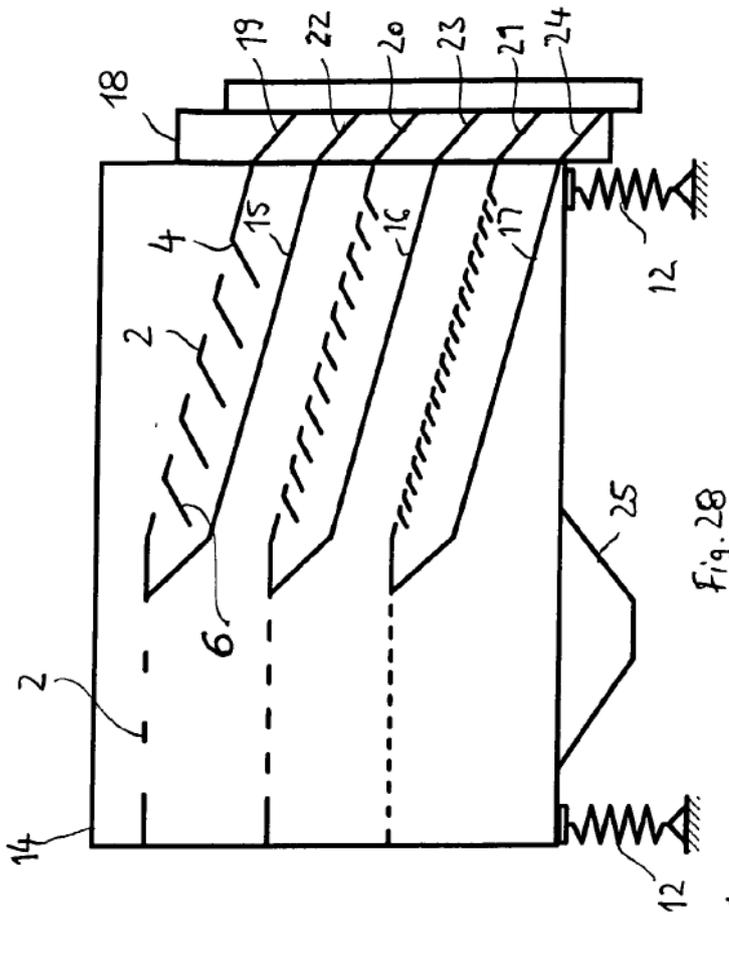


Fig. 28

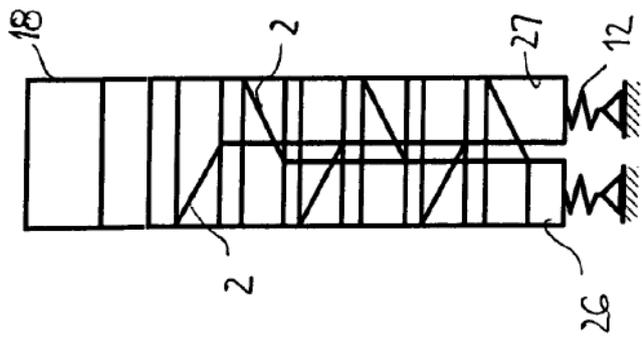


Fig. 29

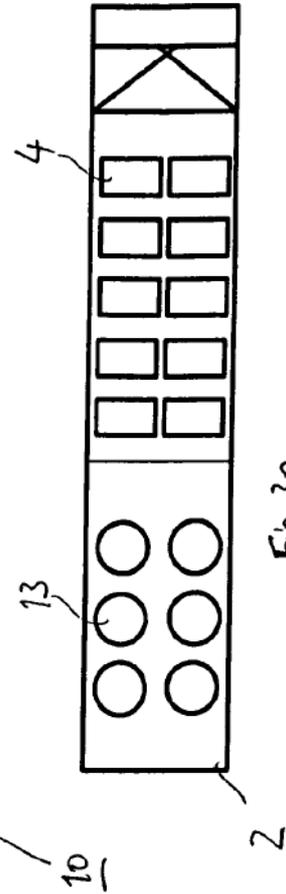


Fig. 30

