

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 634**

51 Int. Cl.:
B07B 1/46 (2006.01)
B07B 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09009288 .3**
96 Fecha de presentación: **16.07.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2277633**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.01.2011**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la clasificación selectiva de partículas según su tamaño**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.10.2012

73 Titular/es:
**TECHNISCHE UNIVERSITAT BERGAKADEMIE
FREIBERG (100.0%)
Akademiestr 6
09599 Freiberg , DE**

72 Inventor/es:
**STEUER, MARTIN;
UNLAND, GEORG y
FOLGNER, THOMAS**

74 Agente/Representante:
MILTENYI, Peter

ES 2 389 634 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 la clasificación selectiva de partículas según su tamaño.

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la clasificación selectiva de partículas según su tamaño.

10 En la técnica del acondicionamiento así como para la producción de productos usando partículas, la utilización de material particulado clasificado desempeña un papel cada vez más importante para una eficacia elevada así como para cumplir los requisitos de calidad. Además, proporcionando productos particulados separados pueden conseguirse presentaciones de calidad y precio superiores.

15 Para diferentes aplicaciones industriales de material a granel compuesto por partículas de diferente tamaño, los requisitos de calidad de la clasificación, es decir la selectividad de la misma, son diferentes, conociéndose distintos procedimientos de evaluación e índices de evaluación para describir la calidad del proceso de clasificación.

20 Especialmente en el caso de materiales de alimentación con un fraccionamiento muy limitado (partículas), en los que la mayor parte de las partículas sólo presentan diferencias de tamaño en el intervalo de los tamaños de grano de separación, la selectividad de la clasificación convencional deja mucho que desear. Además, en el caso de las unidades de clasificación convencionales, casi bidimensionales, que sólo son eficaces en el plano, debe contarse con geometrías de tamizado eficaces sólo de manera bidimensional, tales como por ejemplo chapas con orificios redondos o rectangulares o mallas de tamizado sin unidades de limpieza tales como cepillos o bolas de caucho en el caso de obturación por granos.

25 La invención se basa en el objetivo de indicar un procedimiento y un dispositivo para clasificar partículas, que permitan aumentar la calidad de la clasificación, es decir la selectividad de los mismos, considerablemente con respecto a los procedimientos y dispositivos de clasificación convencionales.

30 Este objetivo se soluciona según la invención mediante las características de la reivindicación 1 con respecto al procedimiento, mediante las características de la reivindicación 10 con respecto al dispositivo.

35 Un aspecto esencial de la presente invención consiste por tanto en clasificar partículas según su tamaño, en particular según una de sus tres dimensiones principales en un espacio euclidiano (sistema de coordenadas cartesianas), en particular longitud, anchura o grosor, consiguiéndose la calidad o selectividad especial de esta clasificación porque para ello, según la invención, se usan aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional de una estructura de tamizado (tridimensional). Mediante éstas es posible sorprendentemente, clasificar de una manera claramente más selectiva que hasta ahora, en comparación con los geometrías de tamizado planas convencionales mencionadas anteriormente (geometrías de tamizado bidimensionales).

40 El documento FR 2 434 656 da a conocer un dispositivo para separar cápsulas posibilitándose un efecto de tamizado tridimensional mediante dos placas paralelas entre sí.

45 La presente invención se basa en una generación novedosa de estructuras de tamizado tridimensionales con aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional, clasificándose preferiblemente según una de las tres dimensiones principales máximas longitud, anchura o grosor y definiéndose las dimensiones de partícula con ayuda de estas dimensiones principales. Por tanto a diferencia de en los modos de procedimiento convencionales tiene lugar una clasificación por tamaños en el espacio, que conduce a un aumento drástico de la calidad de clasificación.

50 Preferiblemente la clasificación se realiza en al menos un plano de clasificación vibratorio y/o preferiblemente uno inclinado, desplazándose las partículas preferiblemente en un movimiento de lanzamiento o de deslizamiento a lo largo o en relación con un plano de clasificación, que presenta preferiblemente aberturas de paso rectangulares, por ejemplo cuadradas, y/o elípticas, por ejemplo circulares, en una realización tridimensional, desplazándose las partículas preferiblemente también en la zona de las aberturas de paso tridimensionales a lo largo de un plano inclinado.

55 Sin embargo también es posible usar un plano de clasificación no vibratorio. En función del parámetro de clasificación, en particular uno de los emparejamientos de material de estructura de tamizado-partículas, una estructura de tamizado que se usa para la clasificación presenta, al menos en la zona de las aberturas de paso un coeficiente de rozamiento predeterminado, en particular un rozamiento estático predeterminado, en función de la dimensión principal en cuestión.

60 Preferiblemente para una clasificación de una mezcla de partículas o de una fracción de partículas según la dimensión principal longitud (a) en la zona de las aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional está previsto un coeficiente estático lo más alto posible, mientras que en el caso de una clasificación según una de las dimensiones principales anchura (b) o grosor (c) en la zona de las aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional de la estructura de tamizado tridimensional se selecciona un coeficiente de rozamiento, en particular

coeficiente de rozamiento estático, lo más reducido posible, seleccionándose el coeficiente de rozamiento estático de la estructura de tamizado en función del emparejamiento de rozamiento partícula-capa y usándose preferiblemente una capa de clasificación adaptada en cada caso para la estructura de tamizado correspondiente, al menos en la zona de las aberturas de paso tridimensionales.

5 Se prefiere especialmente la clasificación de diferentes fracciones según la misma dimensión principal en un dispositivo conjunto, presentando cada plano de clasificación (plano de tamizado) una unidad de descarga propia.

10 Formas de realización preferidas adicionales del procedimiento según la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

15 El dispositivo según la invención se caracteriza por una unidad de clasificación con una estructura de tamizado con aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional, realizada preferiblemente como trampillas (o canales) de elevación que sobresalen hacia un lado desde una base del plano de clasificación sobre un lado de descarga de partículas de la estructura de tamizado o por otro lado como trampillas (o canales) de caída que salen de una base del plano de clasificación de la estructura de tamizado, en el lado de salida de la estructura de tamizado.

20 En condiciones de gravedad las trampillas (o canales) de elevación se encuentran en un lado superior (lado de alimentación de partículas) de la estructura de tamizado, mientras que las trampillas o canales de caída se encuentran en un lado inferior (lado de salida de partículas) de la estructura de tamizado.

25 Preferiblemente, las trampillas de elevación dispuestas en un lado de alimentación de partículas de una capa de tamizado están dispuestas de manera opuesta a un sentido de transporte de las partículas a lo largo del plano de clasificación, para la clasificación según la dimensión principal longitud (a) de las partículas, mientras que las trampillas de elevación o de caída, que delimitan los canales de elevación o de caída tridimensionales asociados de las aberturas de paso, están dispuestas coincidiendo con o de manera opuesta a un sentido de transporte de las partículas a lo largo del plano de clasificación, cuando se clasifica según una dimensión principal grosor (c) de las partículas, mientras que en el caso de clasificar según la dimensión principal anchura (b) las trampillas de elevación o de caída y los canales de elevación o de caída tridimensionales de las aberturas de paso, limitados por las mismas preferiblemente están dispuestos coincidiendo con un sentido de transporte de las partículas a lo largo del plano de clasificación. Las aberturas de paso también pueden estar dispuestas orientadas en el sentido contrario al sentido de transporte de las partículas.

35 Mediante la selección o clasificación según la invención por medio de geometrías de tamizados con efecto de clasificación tridimensional según una de las tres dimensiones principales máximas longitud, anchura, grosor de las partículas, mediante la modificación del número y la posición y/o el número y/o el tamaño de las zonas de contacto de las partículas en la zona de las aberturas de paso, se consigue una selectividad y calidad de clasificación sorprendentemente elevadas, lo que es de suma importancia en particular en el caso de materiales de alimentación con un fraccionamiento muy limitado, en los que una gran parte de las partículas se encuentra en el intervalo de un tamaño de grano de separación, y en los que un proceso de clasificación presenta normalmente una selectividad reducida.

40 La invención se explica más detalladamente a continuación mediante ejemplos de realización y los dibujos asociados. En éstos muestran:

45 la figura 1 una representación esquemática de una partícula, con sus dimensiones principales máximas longitud (a), anchura (b), grosor (c),

50 la figura 2 un equilibrio de fuerzas en una partícula para describir un comportamiento de movimiento de la partícula,

55 la figura 3 una representación esquemática de un comportamiento de movimiento de una partícula en función de un movimiento/accionamiento de una unidad de clasificación para un movimiento de lanzamiento y un movimiento de deslizamiento de la partícula,

60 la figura 4 geometrías de abertura de una unidad de clasificación en un plano XY, que corresponde a una base de un plano de clasificación, con un orificio circular y un cuadrado como ejemplos de aberturas de paso con dimensiones iguales en la dirección X e Y (lado izquierdo) y una geometría de orificio rectangular así como elíptica (abertura de paso) como ejemplos de dimensiones distintas de las aberturas de paso en la dirección X e Y en el lado derecho,

la figura 5 geometrías de abertura con efecto de clasificación tridimensional de una unidad de clasificación con

65 la figura 5a orificio cuadrado tridimensional y

ES 2 389 634 T3

- la figura 5b orificio rectangular tridimensional en una realización con trampilla de caída,
- la figura 6 geometrías de abertura tridimensionales de una unidad de clasificación con
- 5 la figura 6a orificio cuadrado tridimensional y
- la figura 6b orificio rectangular tridimensional con trampilla de elevación, mostrando las figuras 5 y 6 estas geometrías de abertura de aberturas de paso tridimensionales en una vista en planta y en corte,
- 10 la figura 7 una representación esquemática de los modos de funcionamiento de geometrías de abertura según las figuras 5a y 6a, con
- la figura 7a una clasificación según la dimensión principal (a) con trampilla de caída y orificio cuadrado tridimensional, y
- 15 la figura 7b una clasificación con trampilla de elevación y orificio cuadrado tridimensional,
- la figura 8 una clasificación según una dimensión principal (b), con
- 20 la figura 8a clasificación con orificio circular tridimensional con trampilla de caída, y
- la figura 8b una clasificación con orificio cuadrado tridimensional con trampilla de elevación,
- 25 la figura 9 una clasificación según una dimensión principal (c) con orificio rectangular tridimensional,
- la figura 9a con trampilla de caída,
- la figura 9b con orificio rectangular tridimensional con trampilla de elevación,
- 30 la figura 10 una representación esquemática de una cubierta de tamizado como unidad de clasificación para una clasificación según una dimensión de partícula máxima, dimensión principal (longitud) (a),
- la figura 11 una representación esquemática de un dispositivo de múltiples cubiertas con fraccionamiento en el caso de la clasificación según la dimensión principal máxima (longitud) (a),
- 35 la figura 12 una representación esquemática para una cubierta de tamizado como unidad de clasificación para una clasificación según la dimensión principal máxima (longitud) (a) con trampilla de elevación, en
- 40 la figura 12a una vista en corte longitudinal,
- la figura 12b vista en planta,
- la figura 12c una representación en corte parcial a lo largo de la línea A-A en la figura 12b,
- 45 la figura 13 una representación esquemática de una cubierta de tamizado como unidad de clasificación para una clasificación según la dimensión principal máxima (longitud) (a) con una configuración paralela y plana de la cubierta de tamizado y trampillas de caída integradas en la misma (con aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional), en
- 50 la figura 13a corte longitudinal,
- la figura 13b vista en planta,
- 55 la figura 14 un dispositivo de clasificación de una cubierta para una clasificación según la dimensión principal máxima (longitud) (a), en
- la figura 14a una representación en corte longitudinal esquemática,
- 60 la figura 14b una capa de tamizado de la unidad de clasificación con orificios cuadrados tridimensionales en una representación esquemática en una vista en planta,
- la figura 14c el dispositivo de clasificación según la figura 14a en una representación esquemática en una vista lateral con unidad de descarga,
- 65 la figura 15 un dispositivo de clasificación de múltiples cubiertas para una clasificación según la dimensión principal máxima (longitud) (a) en

	la figura 15a	una representación en corte longitudinal esquemática, mostrando
	la figura 15b	una capa de tamizado del dispositivo de clasificación con orificios cuadrados tridimensionales en una representación esquemática en una vista en planta, y
5	la figura 15c	el dispositivo de clasificación según la figura 15a en una vista lateral con unidad de descarga para las diferentes unidades de clasificación previstas para el fraccionamiento,
10	la figura 16	una representación esquemática de una cubierta de tamizado como unidad de clasificación para una clasificación según la dimensión principal media (anchura) (b) con trampillas de elevación, en
	la figura 16a	en corte longitudinal,
	la figura 16b	en una vista en planta,
15	la figura 16c	en una representación en corte parcial a lo largo de una línea B-B en la figura 16b,
20	la figura 17	una representación esquemática de una cubierta de tamizado como unidad de clasificación para una clasificación según la dimensión principal media (anchura) (b) con una configuración paralela y plana de la cubierta de tamizado y trampillas de caída integradas en la misma (con aberturas de paso con efecto de clasificación),
	la figura 17a	en corte longitudinal,
25	la figura 17b	en una vista en planta,
	la figura 18	un dispositivo de clasificación de una cubierta para una clasificación según la dimensión principal media (anchura) (b) en
30	la figura 18a	una representación en corte longitudinal esquemática,
	la figura 18b	una capa de tamizado del dispositivo de clasificación con orificios redondos tridimensionales en el plano de paso (orificios circulares) en una representación esquemática y en una vista en planta,
35	la figura 18c	el dispositivo de clasificación según la figura 18b en una vista lateral en una representación esquemática con unidad de descarga,
40	la figura 19	un dispositivo de clasificación de múltiples cubiertas para una clasificación según la dimensión principal media (anchura) (b) en
	la figura 19a	una representación en corte longitudinal esquemática, mostrando
	la figura 19b	una capa de tamizado del dispositivo de clasificación con orificios redondos tridimensionales en el plano de paso en una representación esquemática en la vista en planta, y
45	la figura 19c	el dispositivo de clasificación según la figura 19b en una vista lateral con unidad de descarga,
50	la figura 20	una representación esquemática de una cubierta de tamizado como unidad de clasificación para una clasificación según la dimensión principal mínima (grosor) (c) con trampilla de elevación,
	la figura 20a	en una representación en corte longitudinal,
	la figura 20b	en una vista en planta,
55	la figura 20c	en una representación en corte parcial a lo largo de la línea A-A en la figura 20b,
60	la figura 21	una cubierta de tamizado como unidad de clasificación para una clasificación según la dimensión principal mínima (grosor) (c) con una configuración paralela y plana de la cubierta de tamizado y trampillas de elevación integradas en la misma (con aberturas de paso con efecto de clasificación), en
	la figura 21a	corte longitudinal,
	la figura 21b	una vista en planta,
65	la figura 21c	una representación en corte a lo largo de la línea C-C según la figura 21b,

- la figura 22 un dispositivo de clasificación de una cubierta para una clasificación según la dimensión principal mínima (grosor) (c) en
- 5 la figura 22a una representación en corte longitudinal esquemática,
- la figura 22b una capa de tamizado del dispositivo de clasificación con orificios rectangulares tridimensionales en una representación esquemática,
- 10 la figura 22c el dispositivo de clasificación según la figura 22b en una vista lateral con unidad de descarga en una representación esquemática,
- la figura 23 un dispositivo de clasificación de múltiples cubiertas para una clasificación según la dimensión principal mínima (grosor) (c) en
- 15 la figura 23a una representación en corte longitudinal esquemática,
- la figura 23b una capa de tamizado del dispositivo de clasificación con orificios rectangulares tridimensionales en una representación esquemática,
- 20 la figura 23c un dispositivo de clasificación según la figura 23a en una vista lateral con unidades de descarga en una representación esquemática.

25 La base de las explicaciones posteriores de ejemplos de realización de un procedimiento y de un dispositivo para la separación selectiva de partículas de un material de alimentación según su tamaño, basándose en una clasificación según una de las tres dimensiones principales máximas de las mismas en el espacio euclidiano, es la geometría de una partícula (1), tal como se representa en la figura 1, siendo esta clasificación de un material de alimentación compuesto preferiblemente de partículas sueltas, que puede ser cualquier material a granel, según las dimensiones principales de la partícula, concretamente su longitud máxima (a), su dimensión principal media, anchura (b) y su dimensión principal mínima, grosor (c), pudiendo representarse estas tres dimensiones principales de la partícula (1) fijadas en el sistema de coordenadas cartesianas en los ejes principales X, Y, Z mediante un cuerpo regular, tal como por ejemplo un paralelepípedo o, tal como se indica en la figura 1, mediante un elipsoide como envolventes, tal como se muestra en la figura 1. En el presente ejemplo de realización se usa un elipsoide con las dimensiones principales longitud (a), anchura (b) y grosor (c), siendo mínimo el volumen de este elipsoide envolvente. La relación de las tres dimensiones principales (longitud (a), anchura (b), grosor (c)) puede describirse con $a > b > c$, siendo a perpendicular a b, b perpendicular a v y v perpendicular a a.

30

35

Basándose en una definición exacta de las dimensiones de una partícula (1) en los tres planos del espacio XZ, ZY y XY puede definirse el objetivo de una clasificación de alta calidad en cada caso según una de las tres dimensiones principales. Especialmente en el caso de materiales de alimentación con un fraccionamiento muy limitado, en los que la mayor parte de las partículas (1) se encuentra con respecto a su tamaño en el intervalo de tamaño de grano de separación, mediante la clasificación tridimensional propuesta en el presente documento, por la que se entiende una clasificación usando aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional, se consigue una clasificación sorprendentemente de alta calidad y selectiva, consiguiéndose también una clara reducción de la obturación por granos, sin emplear unidades de limpieza especiales. El elipsoide envolvente usado en la figura 1 para la definición de la geometría de partícula presenta una razón dimensional definida $a:b:c = 6:2:1$.

40

45

En el caso de una clasificación por tamaños altamente selectiva tridimensional, es decir utilizando aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional, de partículas según una dimensión principal de las mismas (denominada en el marco de esta solicitud también "clasificación tridimensional") resulta lógico, tanto para establecer un modelo desde el punto de vista físico y de la técnica del procedimiento como para definir diferentes variantes de solución, seleccionar elementos de descripción adecuados con cuya ayuda puede describirse la función de geometrías de clasificación tridimensionales (capas de clasificación, estructuras de tamizado). Como parámetros sirven en este sentido un movimiento de partículas, una geometría de abertura de tamizado, es decir una geometría de aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional de la unidad de tamizado con sus dimensiones características así como las relaciones de rozamiento que deben tenerse en cuenta, que predominan o que deben establecerse en función del objetivo de clasificación.

50

55

El movimiento de partículas se describe a este respecto con ayuda de una variable estadística, que se describe mediante la relación de la componente, que está en perpendicular con un plano de clasificación de una unidad de clasificación (unidad de tamizado), de la fuerza de aceleración (F_a) que actúa sobre una partícula (1) y del peso (F_g). Esta variable estadística se denomina índice de tamizado o de lanzamiento (S_v). En la figura 2 se representa el equilibrio de fuerzas que actúa sobre una partícula (1) en el caso de la aceleración de partícula como consecuencia de una vibración lineal para describir/determinar la posible frecuencia de movimiento para una unidad de tamizado (unidad (2) de clasificación). El índice de tamizado se calcula tal como sigue:

60

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

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

siendo: $F_a = m_p \cdot a$

siendo: $F_g = m_p \cdot g$

$$S_v = \frac{a \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)}{g \cdot \text{cos}(\alpha)}$$

5 A este respecto m_p designa una masa de partículas, α un ángulo de incidencia de un plano de tamizado (plano de clasificación) o de una capa de clasificación de la unidad (2) de tamizado o de clasificación y β un ángulo de trabajo de la fuerza de aceleración como consecuencia de un accionamiento vibratorio de la unidad (2) de tamizado o de clasificación.

10 Para describir un movimiento de partículas a lo largo de la unidad de clasificación o unidad (2) de tamizado (= movimiento a lo largo de una capa de clasificación), se diferencia entre un movimiento de lanzamiento con $S_v > 1$ y un movimiento de deslizamiento $S_v \leq 1$.

15 En la figura 3 se representan las relaciones de movimiento de un cuerpo modelo redondo en el caso de un movimiento de lanzamiento o de deslizamiento en el ejemplo de una capa de clasificación inclinada (unidad (2) de clasificación).

20 Como unidad de separación o medio para clasificar partículas (1) se usan preferiblemente tamices vibratorios (unidades (2) de tamizado con un accionamiento vibratorio) o una unidad (2) de tamizado, que, colocada de manera oblicua, debido a su inclinación provoca un movimiento de deslizamiento de las partículas (1) a lo largo de la unidad (2) de tamizado en el plano de clasificación en el caso de una unidad (2) de tamizado en reposo, tal como se representa esquemáticamente en la figura 3. La unidad (2) de tamizado puede presentar preferiblemente una vibración circular, una vibración elíptica, una vibración lineal o una vibración plana.

25 Como geometrías de abertura de tamizado, que describen la geometría de las aberturas (3) de paso con efecto de clasificación tridimensional de una capa (2) de clasificación o de tamizado, están previstos preferiblemente un orificio cuadrado tridimensional, orificio longitudinal tridimensional, orificio rectangular tridimensional, orificio elíptico tridimensional u orificio circular tridimensional. La geometría de abertura de tamizado describe por consiguiente la geometría de las aberturas (3) de paso de la capa (2) de tamizado o de clasificación (que forma la unidad de clasificación). En principio pueden distinguirse en este sentido las geometrías de abertura en un plano XY y en un plano XZ o un plano YZ. En un plano XY horizontal que forma un plano de clasificación, que se extiende en un plano principal de la unidad de clasificación (capa (2) de tamizado) puede distinguirse entre geometrías de abertura de tamizado, en las que una dimensión en la dirección X e Y tiene la misma magnitud o en las que estas dimensiones son diferentes entre sí. Lo primero se representa en la figura 4 en el lado izquierdo para una abertura (3) de paso circular o cuadrada, mientras que en el lado derecho en la figura 4 se representan dos ejemplos de diferentes dimensiones de las aberturas (3) de paso en la dirección X y la dirección Y como aberturas de paso rectangulares o elípticas.

35 Para configurar una abertura (3) de paso con efecto de clasificación y tridimensional se dota preferiblemente a una de las geometrías de abertura "bidimensionales" descritas anteriormente en el plano XY, en el plano XZ o YZ de un plano oblicuo, que está dispuesto a lo largo de uno de los ejes del espacio X o Y con un ángulo γ definido con respecto al plano XY. De esta manera resulta entre el plano XY y el plano oblicuo una abertura vertical con las dimensiones $w_x - w_z$ o $w_y - w_z$, representándose en la figura 5 y la figura 6 variantes de una geometría tridimensional para la configuración de las aberturas (3) de paso en el caso de elegir una geometría de abertura cuadrada o rectangular en el plano XY. El plano oblicuo puede estar realizado como trampilla (4) de caída, tal como se representa en la figura 5 o como trampilla (5) de elevación, tal como se representa en la figura 6. La figura 6a

muestra a este respecto un orificio cuadrado tridimensional como abertura (3) de paso, mientras que la figura 6b muestra un orificio rectangular tridimensional con trampilla (5) de elevación.

5 Con el principio de acción de la clasificación por tamaños tridimensional para una clasificación selectiva según las dimensiones principales máximas (a) (longitud), (b) (anchura) así como (c) (grosor) mediante el uso de una geometría de abertura definida de las aberturas (3) de paso, que está orientada en los tres planos del espacio XY, YZ y ZX, así como mediante la elección del movimiento de partículas explicado anteriormente y teniendo en cuenta las relaciones de rozamiento en función del respectivo objetivo de clasificación (diferentes relaciones de rozamiento en función de la clasificación según la dimensión principal longitud (a), o la dimensión principal anchura (b), o la dimensión principal grosor (c)) se consigue una clasificación según una de las tres dimensiones de partícula longitud (a), anchura (b) o grosor (c). A continuación se explica esto en detalle mediante ejemplos de realización asociados.

15 La figura 7 muestra la clasificación según la dimensión principal longitud (a), una vez para el caso del uso de aberturas (3) de paso con efecto de clasificación tridimensional con trampilla (4) de caída en la figura 7a o de la realización de aberturas (3) de paso con trampilla (5) de elevación, esquemáticamente en una vista en corte o vista en planta en cada caso mostradas en la figura 7b. La clasificación según la dimensión principal longitud (a) se explica en el ejemplo de una geometría de abertura cuadrada, es decir con una abertura (3) de paso cuadrada en el plano XY, un índice de tamizado $S_v > 1$ (movimiento de lanzamiento) así como una trampilla (4) de caída o trampilla (5) de elevación dirigida de manera opuesta al sentido de transporte de material. En la figura 7 se representa en cada caso un ejemplo del uso de una trampilla (4) de caída o de una trampilla (5) de elevación para la clasificación según la dimensión principal longitud (a) mediante un orificio cuadrado tridimensional. Si se provoca que una partícula (1), usando la realización de una unidad de clasificación (capa de tamizado) con geometría de trampilla de caída, es decir en el caso de usar una trampilla (4) de caída que se extiende inclinada hacia abajo desde una base del plano de clasificación tal como se muestra en la figura 7a, experimente un movimiento de lanzamiento mediante la elección del índice de tamizado, se produce, tal como se representa en la figura 7a, un "deslizamiento" o "levantamiento" de la partícula (1) con su anchura (b) debido a una geometría de clasificación eficaz $w_x - w_y$ de la abertura (3) de paso de orificio cuadrado tridimensional. Mediante la orientación de la trampilla (4) de caída de manera opuesta al sentido de transporte de material de las partículas (1) se mantiene la partícula (1) durante el "deslizamiento" a través del plano XY en su orientación. Al chocar la partícula (1) sobre la trampilla (4) de caída se vuelca la partícula (1) y se sostiene mediante al menos tres puntos (A1), (A2), (A3) (véase la figura 7a). Las flechas de un posible sentido de movimiento en la figura 7 indican un posible sentido de movimiento de la partícula (1).

35 En este sentido es esencial que, mediante la elección del material de la capa de clasificación o capa de tamizado de la unidad de clasificación teniendo en cuenta conjuntamente el tipo de la partícula (1) que debe clasificarse y del emparejamiento de rozamiento formado por estos elementos, esté previsto un coeficiente de rozamiento estático elevado del emparejamiento de rozamiento partícula-capa de tamizado de la unidad de clasificación. Preferiblemente, para las condiciones de rozamiento durante la clasificación según la dimensión principal máxima longitud (a) se necesitan coeficientes de rozamiento estático elevados, en el marco de la presente solicitud preferiblemente un coeficiente de rozamiento estático de $\mu \geq 0,3$, en particular $\mu \geq 0,7$.

40 De manera condicionada por el rozamiento, se garantiza a este respecto que la partícula (1) para la clasificación según la dimensión principal máxima longitud (a), representada en la parte inferior en la figura 1a, se mantenga en la posición establecida condicionada por el contacto en los puntos (A1), (A2) y/o (A3) y con ello permanezca sobre la capa de tamizado o sobre la unidad de clasificación y no se deslice a través de la abertura (3) de paso (tal como las otras partículas, que no presentan una longitud (a) predeterminada, definida por la configuración de la capa de tamizado en función del material de alimentación, y por consiguiente pasan a través de la abertura (3) de paso). Mediante el movimiento de la capa de clasificación o de la unidad de clasificación (cubierta (11) de tamizado) se garantiza que la partícula (1) se mantenga en su orientación definida y por consiguiente pueda clasificarse en función de una situación de su centro de gravedad (S) según la longitud (a). Sin un coeficiente de rozamiento estático suficientemente alto la partícula (1) volcaría, tal como se muestra en la figura 7a, y no se mantendría mediante el punto de contacto (A1) en contacto con la trampilla (4) de caída y con su anchura podría deslizarse a través de la abertura de paso que resulta entre el plano XY y la trampilla (4) de caída.

55 La figura 7b muestra una realización análoga, pero usando una trampilla (5) de elevación (naturalmente la unidad de clasificación o la capa de tamizado presenta una pluralidad de tales trampillas (5) de elevación, o en la realización según la figura 7a trampillas (4) de caída), pudiendo realizarse una clasificación también con una trampilla (5) de elevación de este tipo, que sobresale desde una base (B) del plano de clasificación, también según la dimensión principal máxima longitud (a). Si se provoca que una partícula (1), usando la geometría de trampilla de elevación tridimensional con efecto de clasificación según la figura 7b mediante la elección del índice de tamizado, experimente un movimiento de lanzamiento, se produce, tal como se muestra en la figura 7, una elevación de la partícula (1) con su anchura (b) en paralelo al plano XY. Mediante la orientación de la trampilla (5) de elevación de manera opuesta al sentido de transporte de material, se mantiene la partícula (1) durante la colocación sobre el plano XY en su orientación. También en este caso la partícula (1) se vuelca al chocar con el plano XY y se mantiene mediante al menos tres puntos (B1), (B2), (B3). También en este sentido debe garantizarse mediante la elección del material de la capa de clasificación o capa de tamizado y de la unidad de clasificación, que exista un coeficiente de rozamiento estático (μ) mayor para el emparejamiento de rozamiento partícula-capa de clasificación o el

recubrimiento superficial de la unidad de clasificación ($\mu \geq 0,3$). Preferiblemente está previsto un coeficiente de rozamiento de $\mu \geq 0,7$. Durante el movimiento de la capa de clasificación se garantiza por consiguiente que la partícula (1) se mantenga en su orientación y colocación definidas y por consiguiente puede clasificarse en función de la situación de su centro de gravedad (S) según la longitud (a). También en este caso la partícula (1) volcaría sin un coeficiente de rozamiento estático suficientemente elevado y con su anchura podría deslizar a través de la abertura (3) de paso que resulta entre el plano XY y la trampilla (5) de elevación.

A continuación se explica la clasificación según la dimensión principal anchura (b) mediante la figura 8a y la figura 8b en cada caso de nuevo para la realización de la capa de clasificación o de la unidad de clasificación con trampilla (4) de caída (figura 8a) o trampilla (5) de elevación (figura 8b). En el caso de usar una abertura (3) de paso redonda, es decir elíptica en el plano XY, un índice de tamizado $S_v < 1$ (movimiento de deslizamiento) así como una trampilla (4) de caída abierta en el sentido de transporte de material, las partículas (1) pueden clasificarse según su anchura (b). Si se provoca que una partícula (1) mediante la elección del índice de tamizado ($S_v < 1$) experimente un movimiento de deslizamiento, se produce, tal como se representa en la figura 8a, debido a la situación del centro de gravedad (S) de la partícula una "caída" de la partícula en un canal (6) de paso redondo, que se forma por la trampilla (4) de caída así como preferiblemente una trampilla (4a) de caída que se extiende en paralelo desde un canto opuesto de la abertura (3) de paso (las trampillas (4, 4a) de caída pueden ser un tubo integrado para formar el canal (6) de paso). En este canal de paso redondo en corte transversal con un diámetro de abertura w_0 tiene lugar una clasificación según la anchura de partícula (b). La partícula (1) que va a clasificarse cae con su dimensión principal (a) (longitud) en el canal (6) de paso y entra en contacto con este canal (6) de paso en al menos un punto (C1), mientras que al mismo tiempo está en contacto en un punto (C2) adicional con el borde de la abertura (3) de paso. En este caso debe seleccionarse mediante la elección del material de la unidad de clasificación o de la capa (2) de clasificación, a lo largo de la que se mueve la partícula (1), un coeficiente de rozamiento estático (μ) lo más reducido posible para el emparejamiento de rozamiento partícula-unidad de clasificación, en particular con un coeficiente de rozamiento estático $\mu \leq 0,3$, de modo que se evite un "atasco" de la partícula (1) en el canal (6) de paso. Por tanto, en la clasificación según la anchura (b) debe preverse una elección justamente opuesta para la clasificación según la dimensión principal longitud (a) del coeficiente de rozamiento para el emparejamiento de rozamiento entre la partícula y la unidad de clasificación o la cubierta de tamizado o capa de clasificación y seleccionarse o ajustarse en función del tipo de la partícula (1) que debe clasificarse o del material de la unidad de clasificación, es decir la superficie de la capa (2) de clasificación, a lo largo de la que se mueven las partículas (1). Las partículas que no presentan esta anchura (b) definida como criterio de clasificación (partículas con una anchura mayor) permanecen sobre la capa de tamizado.

La figura 8b ilustra esquemáticamente una clasificación según la dimensión principal anchura (b) usando una geometría de abertura cuadrada en el plano XY (orificio cuadrado tridimensional), un índice de tamizado $S_v < 1$ (movimiento de deslizamiento) así como una trampilla (5) de elevación que se abre en el sentido de transporte de material mediante la que puede realizarse también una clasificación según la anchura (b). Si se provoca en este caso que una partícula (1) mediante la elección del índice de tamizado $S_v < 1$ experimente un movimiento de deslizamiento a lo largo de la unidad de clasificación, la partícula (1), tal como se representa en la figura 8b, se desliza en el plano XY hacia la abertura (3) de paso cuadrada (orificio cuadrado tridimensional) de la geometría de trampilla de elevación y entra en contacto con la misma en al menos un punto (C2). Según la situación del centro de gravedad (S) de la partícula (1), la partícula (1) gira debido al momento que actúa sobre la partícula (1) en la geometría de abertura de la abertura (3) de paso con trampilla (5) de elevación en el plano XZ o se mueve alrededor de la misma. Mediante la elección del material de la unidad de clasificación o de la capa de tamizado debe procurarse preferiblemente en armonización con el material de las partículas (1) que el emparejamiento de rozamiento partícula-capa de clasificación o unidad de clasificación presente un coeficiente de rozamiento estático lo más reducido posible, de modo que se evite un "atasco" de la partícula (1) en la geometría de abertura de la abertura (3) de paso tridimensional con trampilla (5) de elevación. También en este caso se selecciona preferiblemente un coeficiente de rozamiento estático $\mu \leq 0,3$.

También en este caso indican a su vez las flechas en las representaciones un posible sentido de movimiento de la partícula (1).

Mediante la figura 9 se explica a continuación una clasificación según la dimensión principal (c) (grosor) igualmente tanto mediante una realización de la unidad de clasificación con trampilla (4) de caída (figura 9a) como mediante una realización con trampilla (5) de elevación (figura 9b). Preferiblemente, usando una geometría de abertura rectangular (abertura (3) de paso) en el plano XY, un índice de tamizado $S_v < 1$ (movimiento de deslizamiento) así como una trampilla (4) de caída abierta en el sentido de transporte de material puede realizarse una clasificación según la dimensión principal grosor (c) de las partículas (1). La abertura rectangular tridimensional está dispuesta con su lado largo preferiblemente en ángulo recto con el sentido de transporte de material, tal como se representa en la figura 9a. Si se provoca que una partícula (1), mediante la elección del índice de tamizado ($S_v < 1$), experimente un movimiento de deslizamiento, se produce, tal como se presenta en la figura 9a, una orientación de la partícula (1) con su dimensión principal (a) (longitud) a lo largo de la dimensión más larga de la geometría de abertura rectangular (orificio rectangular tridimensional en el plano XY). Mediante esta orientación la partícula (1) se desliza con su plano (B/C) en un canal (6) de abertura rectangular entre la trampilla (4) de caída (así como una trampilla (4a)

- de caída paralela opuesta, que se extiende desde el borde opuesto de la abertura (3) de paso y el plano XY. En el canal (6) de abertura debido a la dimensión (anchura w_6 del canal (6) de abertura, definida por la distancia mínima entre la trampilla (4) de caída y el plano XY) tiene lugar la clasificación según el grosor de partícula (c). También en este caso, tal como en el caso de la clasificación según la dimensión principal (b) (anchura), la elección del coeficiente de rozamiento estático del emparejamiento de rozamiento partícula-capa de clasificación o material de cubierta de tamizado o superficie de la unidad de clasificación debe realizarse lo más reducida posible (en particular $\mu \leq 0,3$), puesto que así se evita un "atasco" de la partícula (1) en el canal (6) de paso.
- El cálculo del grosor de orificio w_z (figura 9a) o del diámetro de orificio w_x (figura 8a, véanse también las figuras 4 a 9) tiene lugar con $w_z = w_x \cdot \tan \alpha$.
- La figura 9b ilustra esquemáticamente la realización de una unidad de clasificación para la clasificación según la dimensión principal grosor (c) por medio de una trampilla (5) de elevación usando una geometría de abertura rectangular en el plano XZ, un índice de tamizado $S_v < 1$ (movimiento de deslizamiento) así como una trampilla de elevación abierta de manera opuesta al sentido de transporte de material. También en este caso la geometría de abertura rectangular (orificio rectangular tridimensional) está dispuesta con su lado largo en ángulo recto con el sentido de transporte de material. Si se provoca que una partícula (1), mediante la elección del índice de tamizado $S_v < 1$, experimente un movimiento de deslizamiento, se produce, tal como ilustra la figura 9b, una orientación de la partícula (1) con su dimensión principal longitud (a) a lo largo de la dimensión más larga de la geometría de abertura rectangular de la trampilla (5) de elevación en el plano XY. Allí tiene lugar, debido a la dimensión w_z , que está definida por la distancia mínima entre la trampilla (5) de elevación y el plano XY, la clasificación según el grosor de partícula (c). También en este caso, mediante la elección del material de la capa de tamizado o de la unidad de clasificación, debe garantizarse que se ajuste un coeficiente de rozamiento estático lo más reducido posible del emparejamiento de rozamiento partícula-capa de clasificación o de tamizado, de modo que se evite un "atasco" de la partícula (1) en el canal (6) de paso. También en este caso una flecha indica un posible sentido de movimiento de la partícula (1). Preferiblemente el coeficiente de rozamiento estático se encuentra a un valor $\mu \leq 0,3$. Las partículas que no se corresponden con la medida del grosor (c) establecido como criterio de clasificación (partículas más gruesas) permanecen sobre la capa de clasificación.
- Mediante los ejemplos de realización seleccionados anteriormente es posible realizar una clasificación selectiva de partículas (1) según su tamaño basándose en las tres dimensiones principales de partícula, longitud, anchura, grosor, con ayuda de una geometría de clasificación tridimensional, es decir aberturas (3) de paso con efecto de clasificación tridimensional.
- Teniendo en cuenta las relaciones dimensionales de las aberturas (3) de paso en la dirección X e Y, un movimiento de partículas (índice de tamizado), una geometría de abertura de las aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensionales, una geometría de abertura de las aberturas de paso en el plano XY o el plano YZ, una geometría de abertura en el plano XZ o YZ así como los valores de rozamiento estático en función del objetivo de clasificación del emparejamiento de rozamiento partícula-material de la estructura de tamizado (unidad de clasificación) están previstas una pluralidad de posibilidades de realización (al menos 6 o más) para la clasificación según la longitud de partícula (a) o la anchura de partícula (b) así como el grosor de partícula (c) de las partículas (1) como posibilidades de una aplicación desde el punto de vista de la técnica del procedimiento del procedimiento según la invención teniendo en cuenta los parámetros mencionados anteriormente.
- A continuación se explican esquemáticamente modelos y dispositivos desde el punto de vista de la técnica del procedimiento para realizar la clasificación por tamaños explicada anteriormente de partículas según una de sus dimensiones principales longitud, anchura o grosor.
- La figura 10 muestra esquemáticamente mediante un tamiz (7) de una cubierta una aplicación básica, desde el punto de vista de la técnica del dispositivo, para un dispositivo de clasificación con un tamiz (7) de una cubierta para una clasificación según la dimensión principal (a). Sin que se represente en detalle, tiene lugar en este caso, tal como se explica mediante la figura 7a (abajo a la izquierda), un paso del material particulado alimentado a través del tamiz (7) de una cubierta, siempre que las partículas no presenten una longitud (a) que conduzca a una retención de las partículas (1) sobre el tamiz (7) de una cubierta y con ello a la clasificación según la dimensión principal longitud (a), tal como se representa en la figura 7a.
- Naturalmente con ayuda de un dispositivo de tamizado de múltiples cubiertas, mostrado en este caso con tres cubiertas (8 a 10) de tamizado en la figura 11 esquemáticamente en corte, es posible realizar u obtener un fraccionamiento, es decir diferentes fracciones de las partículas clasificadas según la misma dimensión principal longitud (a), quedando tras una alimentación de material o material a granel de partículas (1) sobre el lado izquierdo de la cubiertas (8) de tamizado superior aquellas partículas, que debido a la dimensión de las aberturas de paso y su longitud (a) similar, como las partículas de mayor tamaño (con respecto a la longitud (a)) sobre la cubierta (8) de tamizado superior, mientras que las dos cubiertas (9 y 10) de tamizado adicionales sirven en cada caso de manera correspondiente para la respectiva clasificación de partículas más pequeñas según su longitud máxima (a).

De esta manera se obtienen tres fracciones de partículas (1), que están todas clasificadas por tamaños según la longitud máxima (a). Cada cubierta (8 a 10) de tamizado preestablece a este respecto un tamaño predeterminado de la longitud máxima (a) y determina con ello el resultado del fraccionamiento y de la clasificación por tamaños en material grueso, medio y fino.

5 La figura 12 muestra en una representación esquemática una cubierta (11) de tamizado como unidad de clasificación para una clasificación también según la dimensión principal longitud (a), pudiendo estar compuesta una cubierta (11) de tamizado de este tipo por ejemplo de poliuretano, de modo que las trampillas (5) de elevación no se doblen hacia fuera, por ejemplo, de una base (B) del plano de clasificación o unidad de clasificación para crear las aberturas (3) de paso, sino que se formen, por ejemplo, mediante una fundición inyectada separada de resina sintética o plástico y superen también en su anchura las aberturas (3) de paso, tal como se deduce de la figura 12c (una representación en corte a lo largo de la línea A-A) en la vista en planta de la cubierta (11) de tamizado según la figura 12b. También otros materiales, por ejemplo tales como madera o cerámica (colada), pueden usarse para la cubierta de tamizado en función del material de las partículas que van a clasificarse. Una base de la unidad de clasificación formada de esta manera se designa con B, de ésta o desde ésta se elevan las trampillas (5) de elevación. La figura 12c muestra una vista en corte de la cubierta (11) de tamizado en una representación esquemática, tal como ya se explicó en relación con la figura 12a (corte longitudinal).

20 La figura 13 ilustra en una representación esquemática una forma de realización adicional de la configuración o aplicación desde el punto de vista de la técnica del dispositivo para una clasificación de partículas (1) según su dimensión principal longitud (a).

25 En este sentido un grosor (d) de la cubierta (11) de tamizado o de la unidad de clasificación se selecciona con un tamaño tal que la abertura de paso presenta un efecto de clasificación tridimensional y en el marco de un espesor de material (grosor de material d) de la capa (11) de tamizado las trampillas (4) de caída están configuradas prácticamente dentro de e integradas en la cubierta de tamizado, de modo que los canales (6) de abertura correspondientes de las aberturas tridimensionales con efecto de clasificación (en este caso orificios cuadrados tridimensionales) están formados dentro del grosor de la cubierta (11) de tamizado y ésta tiene una configuración plana y paralela, desde la que no sobresale ningún saliente. Naturalmente una unidad de clasificación de este tipo puede fabricarse muy ventajosamente también mediante fundición inyectada u otros procedimientos de conformación desde el punto de vista de la técnica de colada, en el caso del acabado en metal mediante fresados y troquelados de orificios oblicuos correspondientes. También sería concebible realizar las aberturas (3) de paso en primer lugar verticalmente en un elemento metálico como cubierta (11) de tamizado y deformar ésta entonces mediante fuerzas de tracción de acción opuesta en la zona de una superficie de cubierta superior (11a) o inferior (11b), de manera similar a en el caso de la fabricación de rejillas metálicas elásticas, de modo que se consigue una disposición inclinada correspondiente de los canales (6) de abertura. El comportamiento de las aberturas (3) de paso, es decir los orificios cuadrados tridimensionales o de las trampillas (4) de caída formadas por la propia cubierta (11) de tamizado (paredes de los canales (6) de abertura) corresponde, en el caso de un grosor (d) suficiente de la cubierta (11) de tamizado con respecto a una situación del centro de gravedad (S) de la partícula y con ello en relación con un tamaño de grano de separación con respecto a la dimensión principal longitud (a), completamente al de la figura 7a, de modo que también mediante una unidad de clasificación de este tipo con lados superior (11a) e inferior (11b) planos y paralelos y trampillas (4) de caída inclinadas de manera opuesta al sentido de transporte de material para formar los canales (6) de abertura como conductos de paso inclinados integrados de la unidad de clasificación o de la cubierta (11) de tamizado se permite una clasificación selectiva en la forma de realización según la figura 13 para una clasificación según la dimensión principal máxima longitud (a).

50 La figura 14 muestra una aplicación desde el punto de vista de la técnica del dispositivo de una clasificación según la dimensión principal longitud (a) con una cubierta (11) de tamizado, que está dispuesta dentro del alojamiento (12), que está montado de manera elástica sobre resortes (13) de apoyo, estando previstos en este caso orificios cuadrados tridimensionales como aberturas (3) de paso. Un embudo (14) de descarga indicado esquemáticamente en la figura 14a (también denominado descarga de grano inferior) sirve para recoger los materiales particulados, que no corresponden a la condición de clasificación de la dimensión principal longitud (a) y han pasado a través de las aberturas (3) de paso de la cubierta de tamizado en conexión con las trampillas (4) de caída a través del plano de clasificación formado por la cubierta (11) de tamizado. El material particulado clasificado según la longitud (a) como dimensión principal permanece sobre la cubierta (11) de tamizado (tal como se representa en las figuras 7a u 11) y se descarga a través de una rampa (15) de descarga.

60 En la vista lateral esquemática según la figura 14c la rampa (15) de descarga se representa como extiéndose por toda la anchura del alojamiento (12) de la máquina de clasificación, sin que esto deba estar previsto obligatoriamente.

65 La figura 15 muestra una máquina (16) de separación como máquina de múltiples cubiertas con tres cubiertas (11) de tamizado para en cada caso una clasificación según la dimensión principal (a) (longitud), pero para diferentes fracciones (clases de tamaño de (a)) correspondientemente a las explicaciones en la representación esquemática según la figura 11 a la que se remite de manera correspondiente. De esta manera pueden generarse al mismo tiempo varias fracciones de material particulado clasificadas según la longitud (a), que se alimentan sobre la cubierta

(11) de tamizado superior, y que se evacuan lateralmente mediante rampas (15) de descarga correspondientes. A su vez, la descarga de grano inferior o embudo (14) de evacuación sirve para recoger el material particulado que no corresponde a la condición de clasificación "fraccionada" longitud (a). También en este caso las geometrías de orificios con efecto de clasificación (aberturas (3) de paso) están realizadas como orificios cuadrados tridimensionales.

La figura 16 ilustra en una representación esquemática un ejemplo de realización desde el punto de vista de la técnica del dispositivo para una clasificación según la anchura de partícula (b) como dimensión principal usando trampillas (5) de elevación, comparable al ejemplo de realización para una clasificación según la dimensión (a) con trampillas de elevación según la figura 12. Con respecto al mecanismo de acción se remite a las explicaciones anteriores en relación con las figuras anteriores, en particular a la figura 8b, la determinación de la dimensión w_y , que define la anchura de abertura mínima de la trampilla (5) de elevación en el plano YZ, determina en este caso la clasificación según la anchura de partícula (b). En este caso es esencial que se seleccione un valor de rozamiento lo más reducido posible en el emparejamiento de rozamiento partícula-cubierta (11) de tamizado ($\mu \leq 0,3$, coeficiente de rozamiento estático) para garantizar un paso perfecto y sin retención de las partículas (1) a través de la abertura (3) de paso en la zona de la trampilla (5) de elevación.

Por lo demás se remite a las explicaciones anteriores relativas a una clasificación según la anchura de partícula (b) con ayuda de una cubierta (11) de tamizado y aberturas (3) de paso con efecto de clasificación tridimensional.

La figura 17 muestra una realización de una cubierta (11) de tamizado en una representación en corte (figura 17a) en una vista en planta con aberturas (3) de paso circulares o elípticas y trampillas (4) de caída integradas y canales (6) de abertura orientados en el sentido de transporte de material, presentando también en este caso la cubierta (11) de tamizado lados superior (11a) e inferior (11b) planos y paralelos y presentando un grosor (d) adaptado de manera correspondiente al objetivo de clasificación según la anchura (b). Por lo demás se remite a las explicaciones anteriores para la clasificación según la anchura (b) como dimensión principal de las partículas y en particular se remite a la importancia de un valor de rozamiento reducido de la cubierta de tamizado con respecto a la naturaleza de la partícula que va a clasificarse, para evitar una obturación por granos.

La figura 18 ilustra una máquina (16) de clasificación utilizando una cubierta (11) de tamizado según la figura 17, mientras que la figura 19 ilustra a su vez una clasificación fraccionada según la anchura (b) en tres fracciones diferentes con tres cubiertas (11) de tamizado de diferente tamaño de clasificación para la anchura (b). Por lo demás son aplicables las explicaciones anteriores con respecto a la construcción de una máquina (16) de clasificación de este tipo.

Las figuras 20 con las representaciones en corte esquemáticas de una cubierta (11) de tamizado en la figura 20a, una vista en planta en la figura 20b y una vista lateral (representación en corte según la figura 20b) en la figura 20c, ilustran un ejemplo de realización desde el punto de vista de la técnica del dispositivo para una clasificación según el grosor de las partículas adaptando de manera correspondiente a su vez la dimensión w_z (véase a este respecto la figura 9b). En este caso la dimensión w_z es la más pequeña, en particular con respecto a las dimensiones comparables, es decir las distancias de las trampillas de elevación con respecto al plano XY para una clasificación según la longitud (a), de modo que sea aplicable.

En la figura 21 se muestra finalmente además una forma de realización que utiliza orificios rectangulares tridimensionales como aberturas (3) de paso con efecto de clasificación para la cubierta de tamizado (vista en planta figura 21b), en una realización en la que las trampillas (4) de caída correspondientes están formadas por el grosor (d) de la cubierta (11) de tamizado y los canales (6) de abertura correspondientes, que se extienden inclinados en el sentido de transporte de material.

La figura 22 muestra en las figuras 22a, b y c, de manera comparable a las figuras correspondientes para los parámetros de clasificación (b) o (a) una aplicación desde el punto de vista del dispositivo con una variante de una cubierta y trampillas de caída.

La figura 23 ilustra a su vez una máquina de separación de múltiples cubiertas (tres cubiertas de tamizado) para la formación de tres fracciones de partículas clasificadas según el grosor usando aberturas (3) de paso rectangulares que se extienden en la dirección de anchura de la cubierta (11) de tamizado. Por lo demás son aplicables de manera correspondiente las explicaciones ya facilitadas con respecto a los números de referencia.

Mediante la invención es posible, con respecto a las geometrías de tamizado hasta la fecha bidimensionales y poco selectivas, utilizando aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional, preferiblemente en realizaciones con trampillas de elevación o trampillas de caída, estas últimas pueden estar configuradas también en un grosor de material de una cubierta de tamizado compuesta por ejemplo por poliuretano u otro plástico inyectada mediante fundición o fabricada de una manera desde el punto de vista de la técnica de colada o mecánicamente, por ejemplo mediante fresado, conseguir una clasificación por tamaños selectiva de partículas midiendo correspondientemente una distancia de la geometría de paso con respecto al plano XY (plano de clasificación) en función del parámetro de clasificación, y concretamente basándose en las tres dimensiones principales de las partículas en el espacio

- (longitud, anchura, grosor), debiendo mantenerse en función del parámetro de clasificación condiciones de rozamiento sustancialmente diferentes del emparejamiento de rozamiento partícula-cubierta de tamizado y debiendo garantizarse en el caso de una clasificación según la longitud (a) un rozamiento estático elevado (coeficiente de rozamiento estático $\mu \geq 0,3$, preferiblemente $\mu > 0,7$), de modo que el material de clasificación permanezca sobre la cubierta (11) de tamizado correspondiente, mientras que en el caso de una clasificación según la anchura o el grosor de las partículas éstas pasen con coeficientes de rozamiento lo más reducidos posibles del rozamiento estático entre la cubierta de tamizado y la partícula ($\mu \leq 0,3$) a través de las aberturas (3) de paso con efecto de clasificación tridimensional correspondientes.
- 5
- 10 La invención se utiliza entre otros, pero no exclusivamente, para procesos de clasificación en la agricultura, tal como por ejemplo en la recolección y el procesamiento adicional de fruta, verdura, bayas y cereales, en el caso de simiente, abono, piensos, especias, granos de café, frutos secos, tabaco, té, huevos u otros productos animales, así como pescado, carne o productos (intermedios) de los mismos, así como los productos residuales o secundarios que se producen; en la industria para la limpieza o el procesamiento de materias primas tales como gravilla, grava, minerales, carbones, sales, materiales de madera así como productos semiacabados o productos intermedios,
- 15 materiales a granel naturales o sintéticos o polvos tales como cal, cemento, fibra, coque, grafito natural, grafito sintético, plásticos así como sus aditivos, materiales compuestos, cerámica, vidrio, metal, virutas de madera, aditivos para procesos industriales, agentes de abrasión o de pulimento, tornillos, clavos, monedas, piedras preciosas, piedras semipreciosas, chatarra, productos reciclados u otros flujos de residuos, materiales a granel o polvos en la
- 20 industria química o farmacéutica, tales como por ejemplo detergentes, pigmentos, rellenos para reactores, catalizadores, principios activos y excipientes médicos o cosméticos o comprimidos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la clasificación selectiva de partículas según su tamaño, determinado mediante una dimensión principal máxima (a, b, c) de su geometría de partícula, mediante la clasificación por medio de aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional de una estructura (3; 4; 5; 11) de tamizado.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la clasificación de las partículas (1) tiene lugar según una de las dimensiones principales máximas longitud (a) o anchura (b) o grosor (c).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la clasificación tiene lugar en al menos un plano de clasificación vibratorio o no vibratorio, preferiblemente inclinado y/o el plano de clasificación presenta aberturas (3) de paso rectangulares, en particular cuadradas, y/o elípticas, en particular circulares y/o las partículas (1) se mueven en la zona de las aberturas (3) de paso con efecto de clasificación tridimensional a lo largo de un plano inclinado.
- 20 4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 3, caracterizado porque la estructura (3; 4; 5; 11) de tamizado presenta al menos en la zona de las aberturas (3) de paso un coeficiente de rozamiento predeterminado, en particular coeficiente de rozamiento estático (μ), en función de la dimensión principal de clasificación así como del material que va a clasificarse.
- 25 5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, caracterizado porque en el caso de la clasificación según la dimensión principal longitud (a) máxima las partículas (1), que son mayores que las aberturas (3) de paso, permanecen sobre una cubierta (11) de tamizado de la estructura (3; 4; 5; 11) de tamizado.
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque una capa de clasificación de la estructura (3; 4; 5; 11) de tamizado presenta al menos en la zona de las aberturas (3) de paso un coeficiente de rozamiento estático aumentado, en particular un coeficiente de rozamiento estático $\mu \geq 0,3$, en particular $\mu \geq 0,7$.
- 35 7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, caracterizado porque una capa de clasificación de la estructura de tamizado (3, 4; 5; 11) para una clasificación según las dimensiones principales anchura máxima (b) o grosor máximo (c) presenta al menos en la zona de las aberturas de paso un coeficiente de rozamiento estático reducido, en particular un coeficiente de rozamiento estático $\mu \leq 0,3$.
- 40 8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, caracterizado porque junto con una clasificación según una dimensión principal máxima (a; b; c) tiene lugar un fraccionamiento de las partículas (1) en fracciones del tamaño de estas dimensiones principales máximas (a; b, c) y/o se produce una pluralidad de fracciones de partículas (1) clasificadas según la misma dimensión principal sustancialmente simultánea y/o contigua en el espacio o con una separación temporal y/o espacial.
- 45 9. Dispositivo para la clasificación selectiva de partículas de un material de alimentación según su tamaño, determinado mediante una dimensión principal máxima del mismo, en particular para realizar el procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, con una unidad de clasificación, que presenta una estructura (3; 4; 5; 11) de tamizado con aberturas (3) de paso con efecto de clasificación tridimensional.
- 50 10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque las aberturas (3) de paso presentan canales o trampillas (5) de elevación que por un lado sobresalen desde una base de un plano de clasificación y/o canales (6) o trampillas (4) de caída que por otro lado salen de la base del plano de clasificación.
- 55 11. Dispositivo según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque para una clasificación según la dimensión principal longitud (a) las trampillas de elevación (5) o de caída (4) están dispuestas opuestas a un sentido de transporte de las partículas (1) a lo largo del plano de clasificación.
- 60 12. Dispositivo según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque para una clasificación según la dimensión principal anchura (b) están dispuestos canales de elevación o de caída (6) de las aberturas (3) de paso delimitados por las trampillas de elevación (5) o de caída (4), coincidiendo con un sentido de transporte de las partículas (1) u orientados de manera opuesta al mismo a lo largo del plano de clasificación.
13. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 ó 10, caracterizado porque para una clasificación según la dimensión principal grosor (c) están dispuestos canales de elevación o de caída (6) de las aberturas (3) de paso delimitados por las trampillas de elevación (5) o de caída (4), coincidiendo con o de manera opuesta a un sentido de transporte de las partículas a lo largo del plano de clasificación.

- 5 14. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 a 13, caracterizado porque las aberturas (3) de paso con efecto de clasificación tridimensional están dispuestas entre un lado (11a) de alimentación de partículas sustancialmente plano de la estructura (3; 4; 5; 11) de tamizado, en particular la cubierta (11) de tamizado, y un lado (11b) de salida sustancialmente plano de la misma con canales (6) de abertura inclinados.
- 10 15. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 a 14, caracterizado porque la unidad de clasificación es al menos una cubierta (11) de tamizado plana con una geometría de aberturas con un orificio rectangular tridimensional, orificio cuadrado tridimensional, orificio redondo tridimensional u orificio elíptico tridimensional, en particular una combinación de una abertura redonda, elíptica, rectangular o cuadrada de una base del plano de clasificación con una trampilla (4) de caída o un canal (6) de caída o una trampilla (5) de elevación o un canal de elevación.
- 15 16. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 a 15, caracterizado porque en un alojamiento (12) común está dispuesta una pluralidad de unidades de clasificación, en particular cubiertas (11) de tamizado para formar diferentes fracciones clasificándolas según una dimensión principal máxima común (a; b; c) y conectadas en cada caso con una unidad (15) de descarga asociada para descargar la fracción de partículas clasificada.
- 20 17. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 a 16, caracterizado porque la unidad de clasificación está configurada como unidad de tamizado con elementos vibratorios circulares, elípticos, lineales o planos, o un plano de clasificación fijo está formado mediante una unidad de tamizado dispuesta de manera inclinada, en particular una cubierta (11) de tamizado.
- 25 18. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 a 17, caracterizado porque una cubierta (11) de tamizado presenta un lado superior y uno inferior paralelos y planos y están formadas aberturas de paso con efecto de clasificación tridimensional por canales (6) de abertura inclinados, que se extienden entre el lado superior (11a) y el inferior (11b), estableciéndose un grosor (d) de la cubierta de tamizado en función del tipo de la dimensión principal máxima (a; b; c) y formando los canales (6) de abertura al mismo tiempo trampillas (4) de caída.
- 30

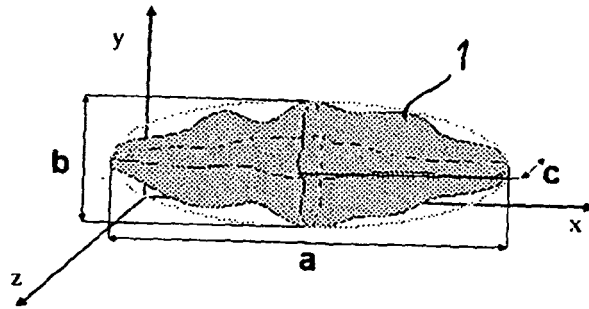


Fig. 1

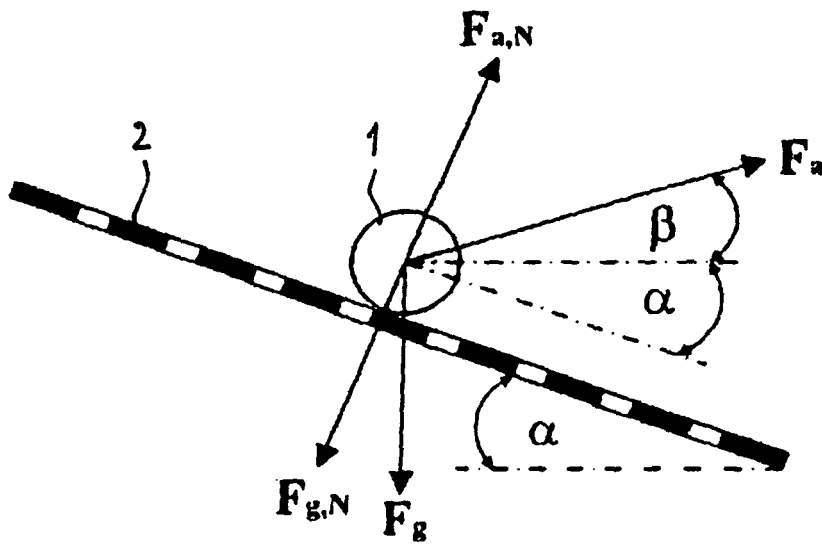


Fig. 2

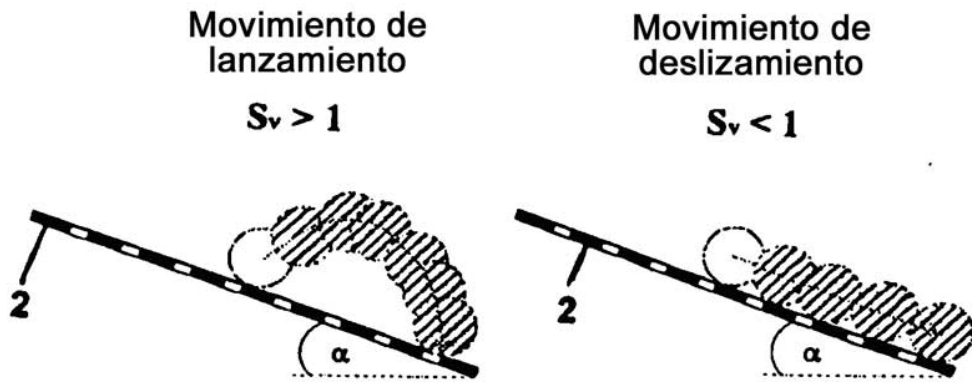


Fig. 3

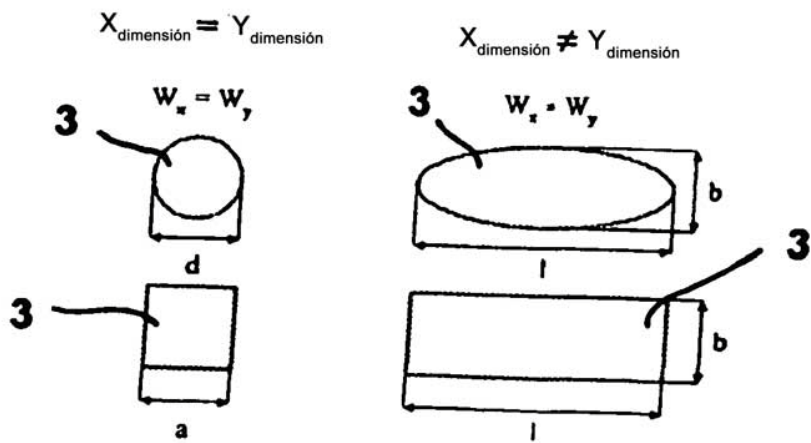


Fig. 4

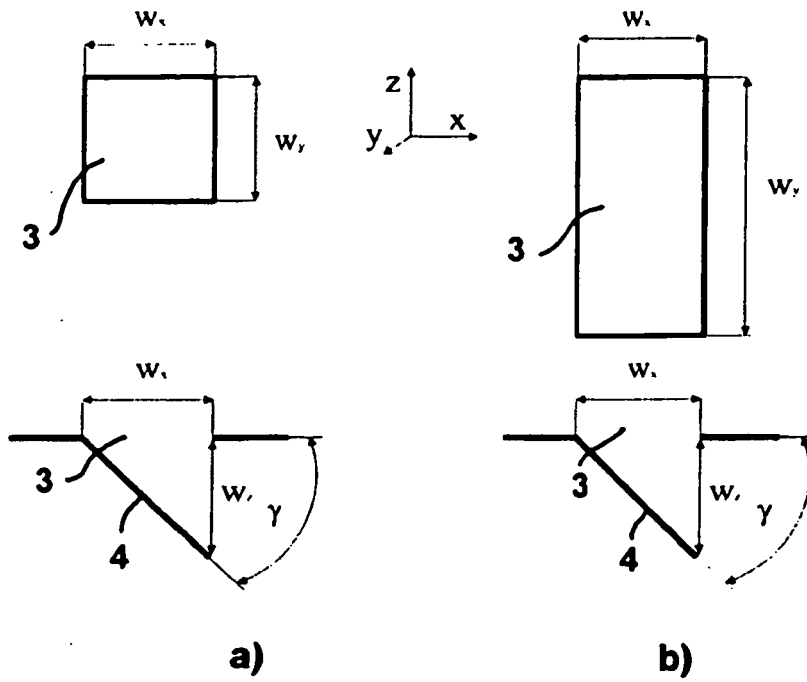


Fig. 5

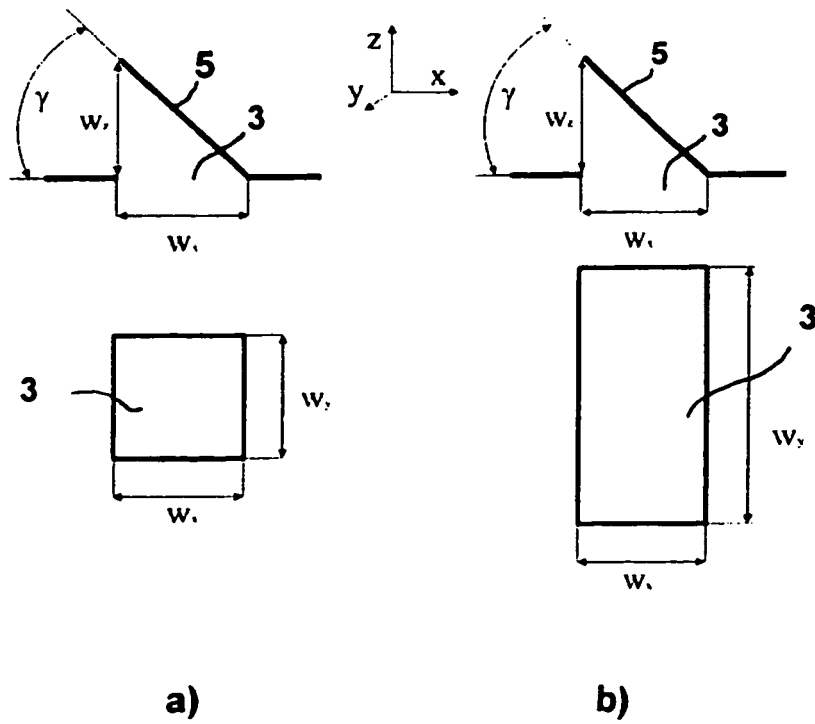


Fig. 6

Clasificación según (a) con
trampilla de caída

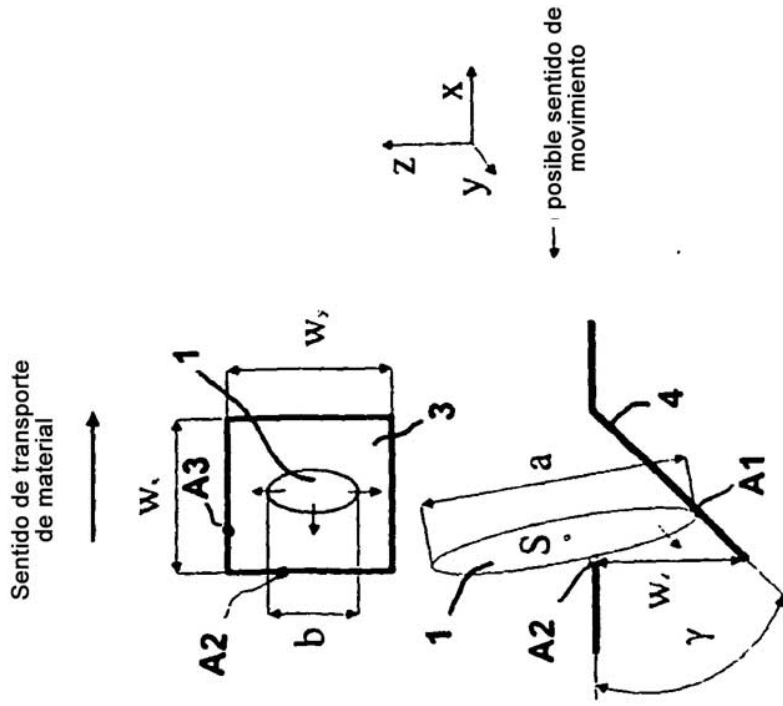


Fig. 7a

Clasificación según (a) con
trampilla de elevación

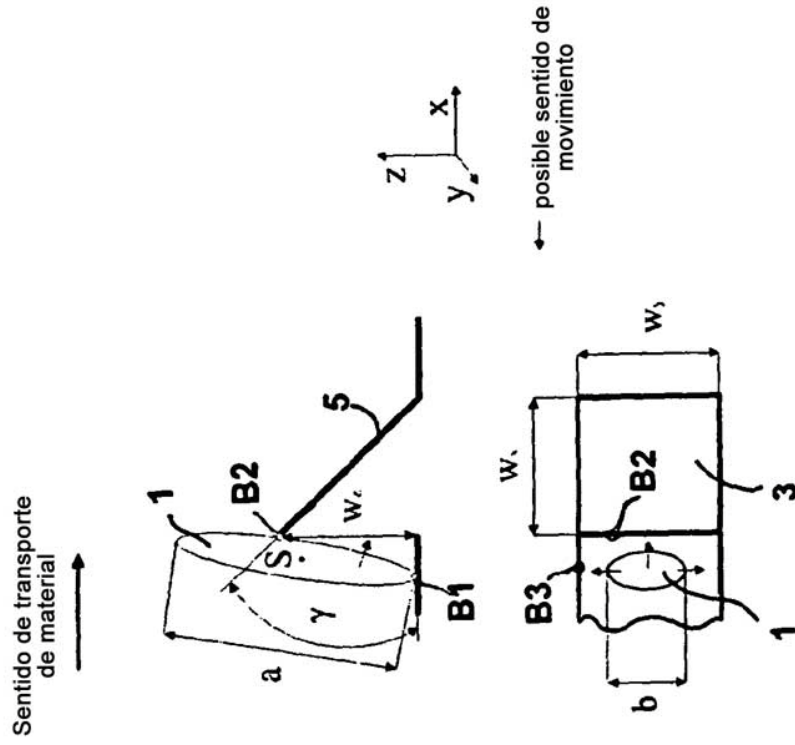


Fig. 7b

Fig. 7

Clasificación según (b) con trampa de caída

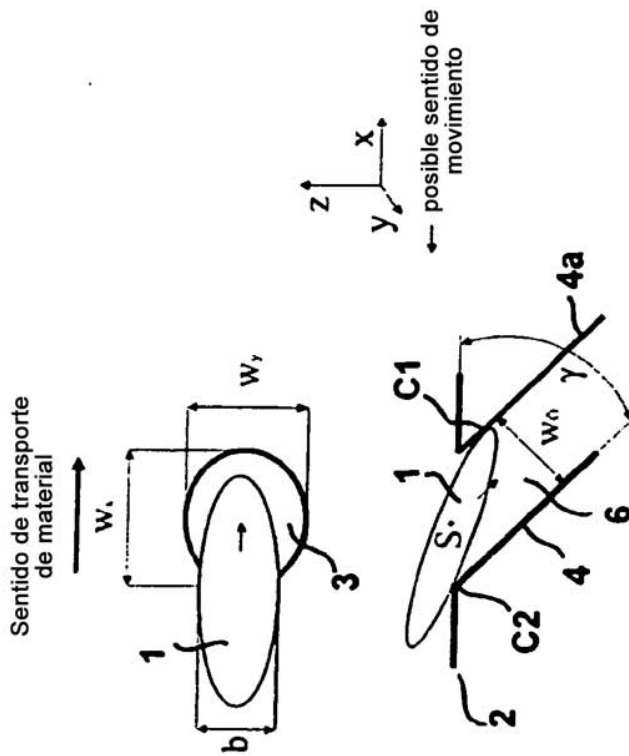


Fig. 8a

Clasificación según (b) con trampilla de elevación

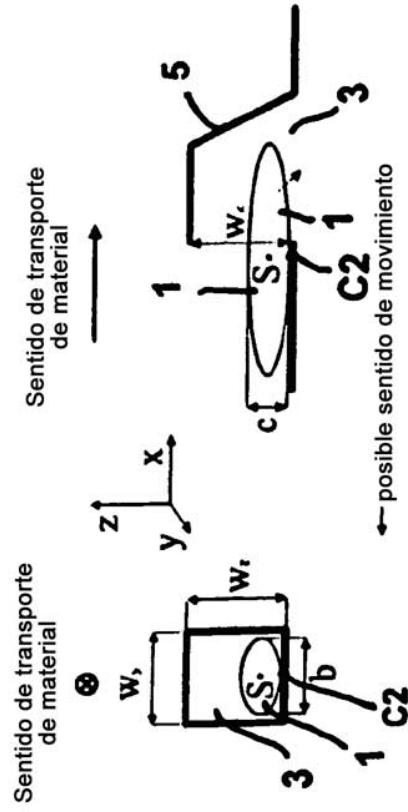


Fig. 8b

Fig. 8

Clasificación según (c) con
trampilla de caída

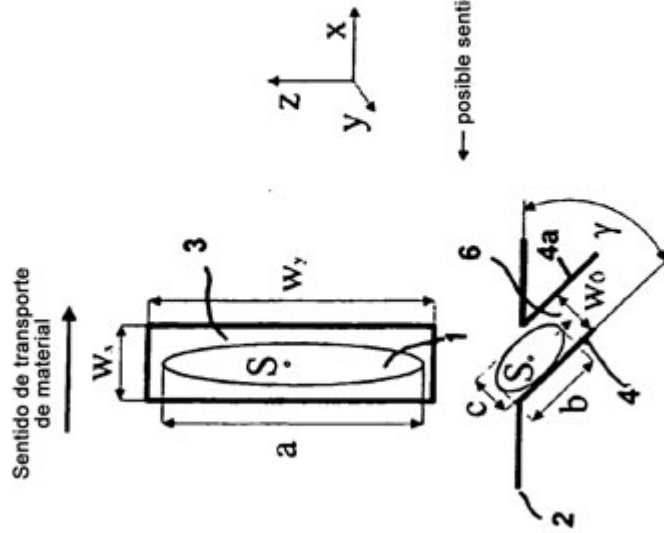


Fig. 9a

Clasificación según (c) con
trampilla de elevación

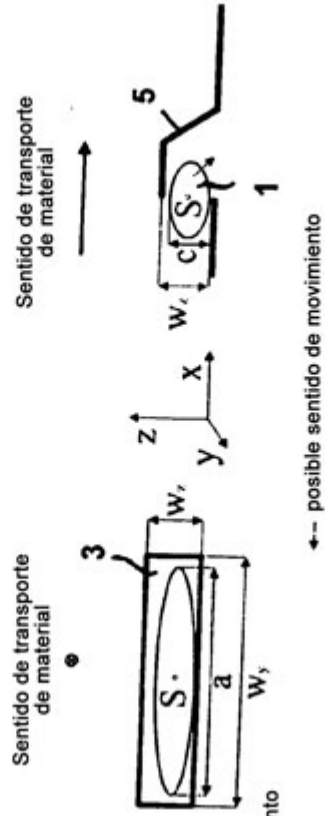


Fig. 9b

Fig. 9

Descarga de material sobre un tamiz de una cubierta

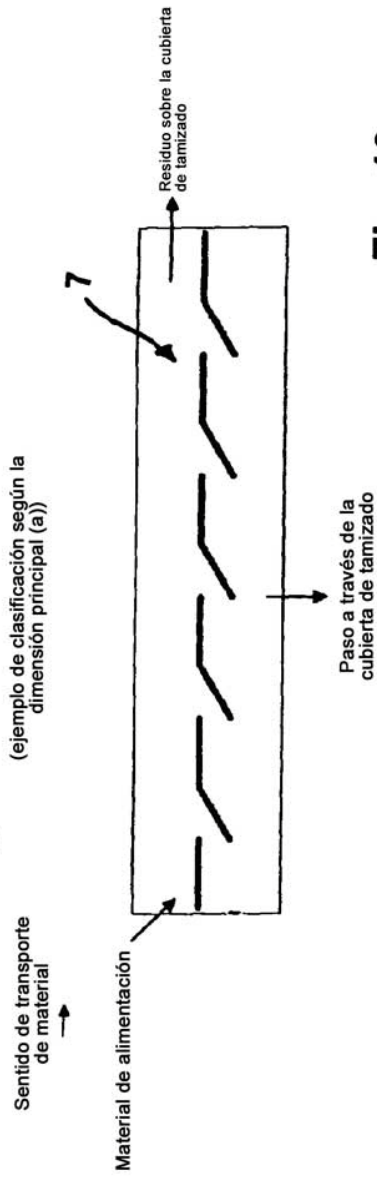


Fig. 10

Descarga de material sobre un tamiz de múltiples cubiertas
(variante de tres cubiertas)

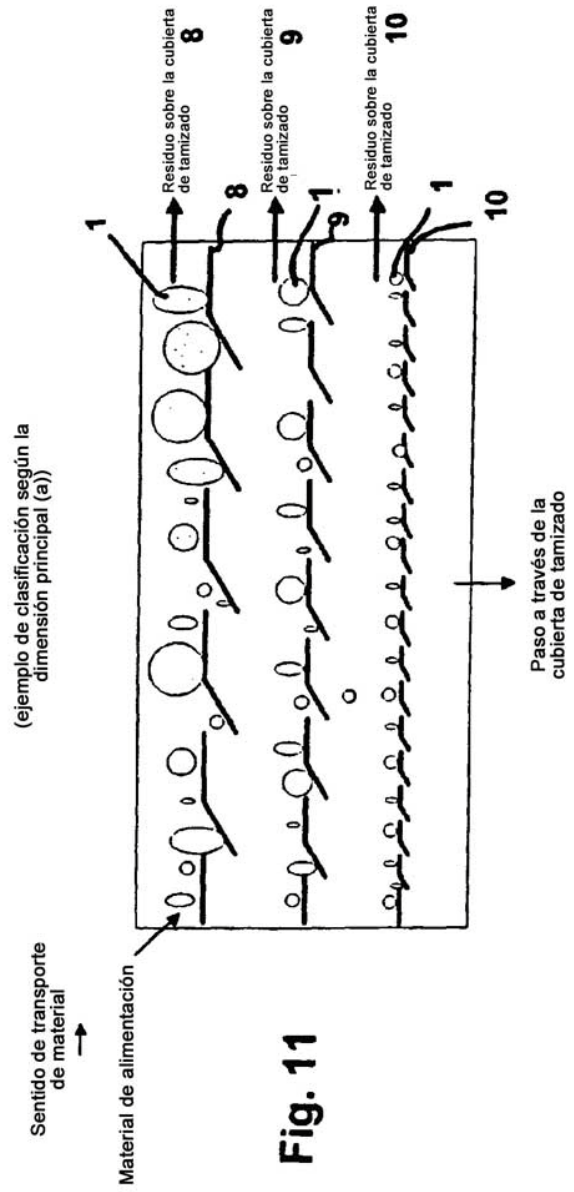


Fig. 11

Ejemplo de realización de una trampilla de elevación para la clasificación según (a)

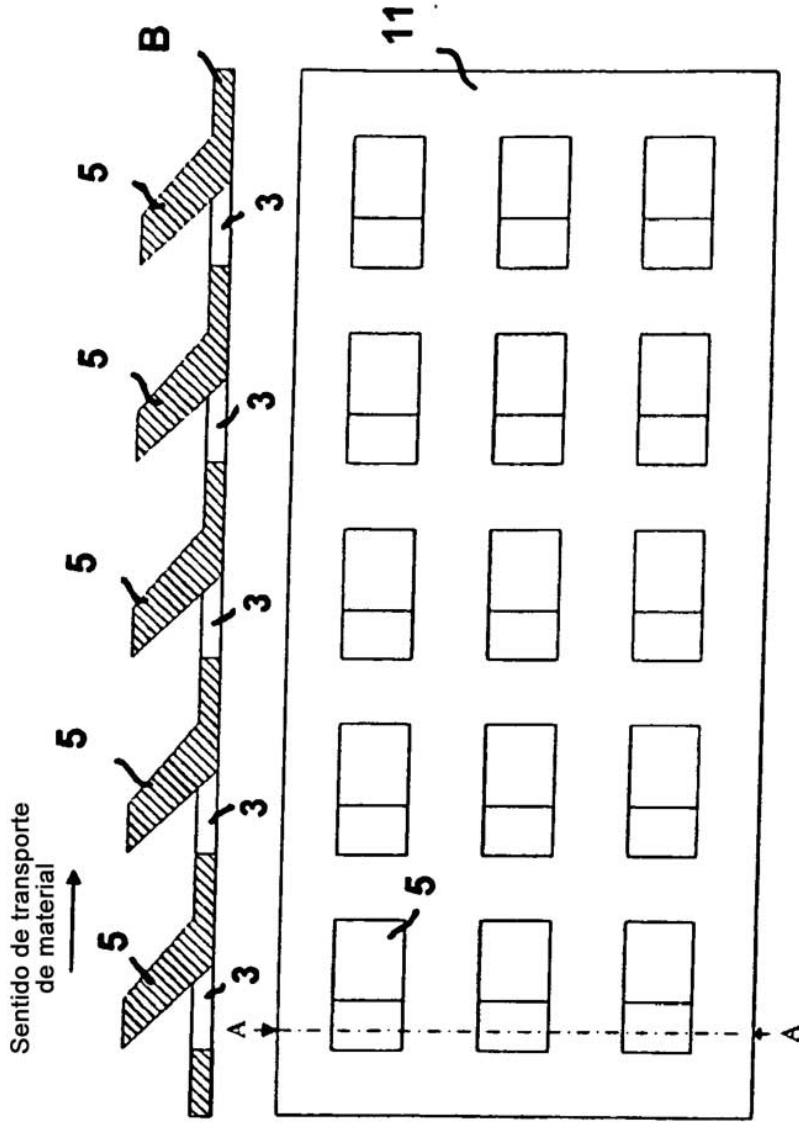


Fig. 12a

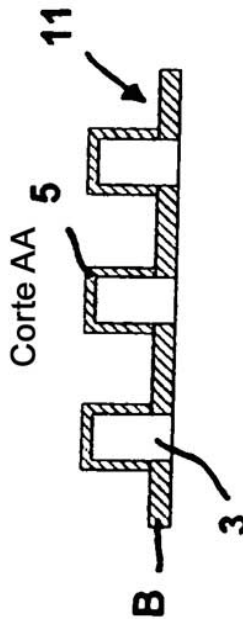


Fig. 12c

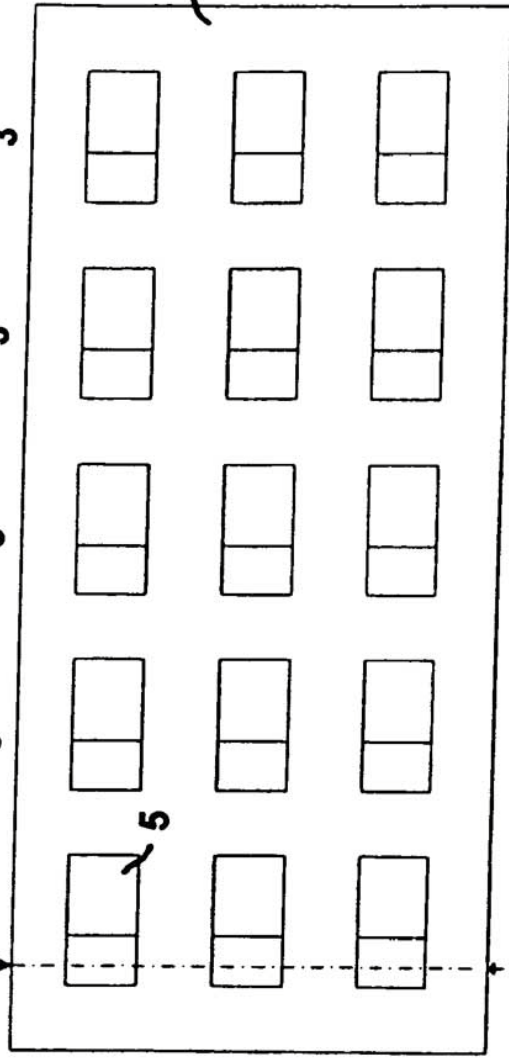


Fig. 12b

Fig. 12

Ejemplo de realización de una trampilla de caída para la clasificación según (a)

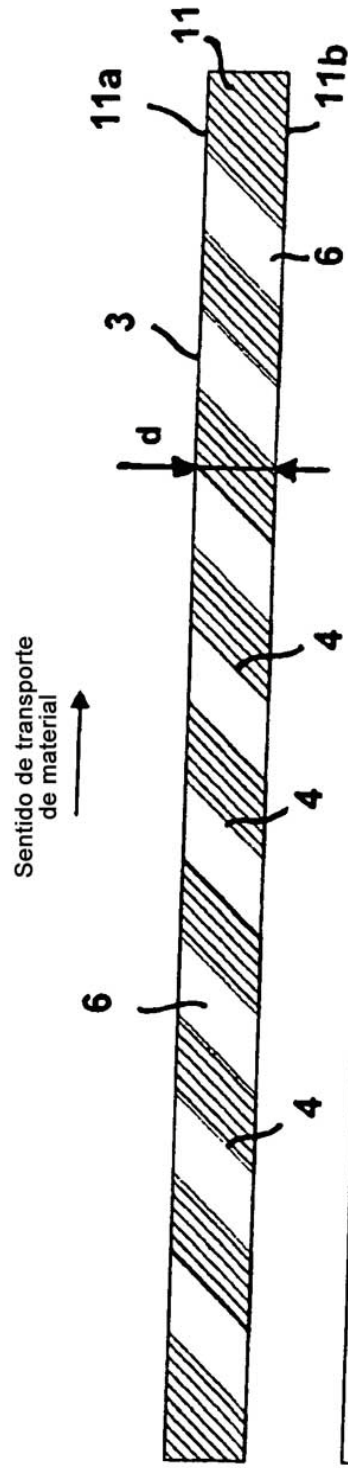


Fig. 13a

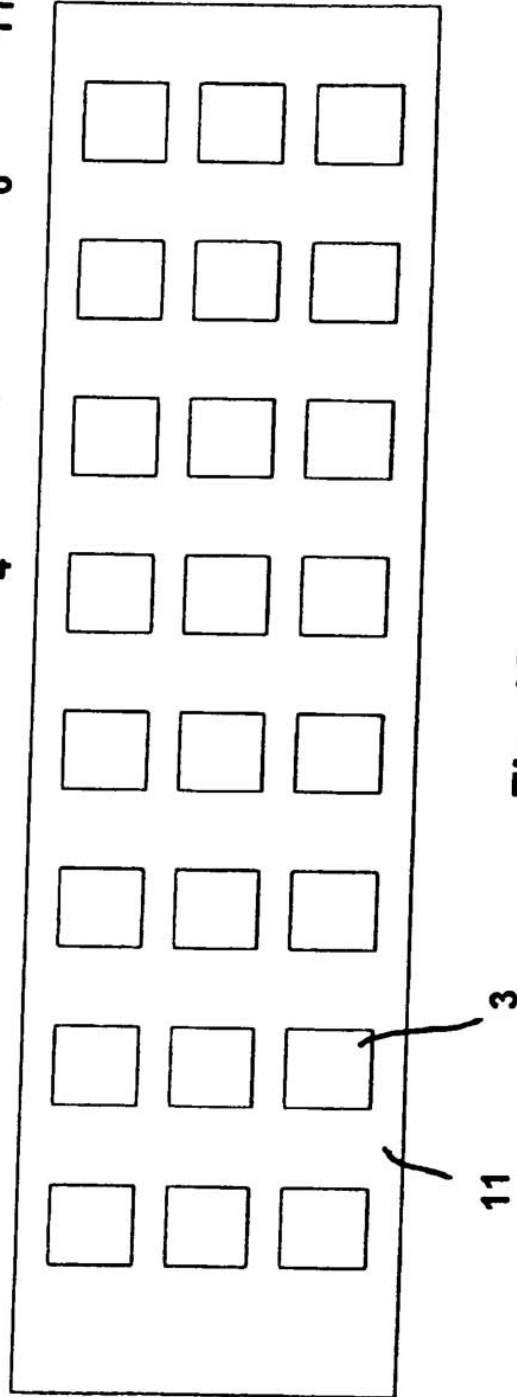


Fig. 13b

Fig. 13

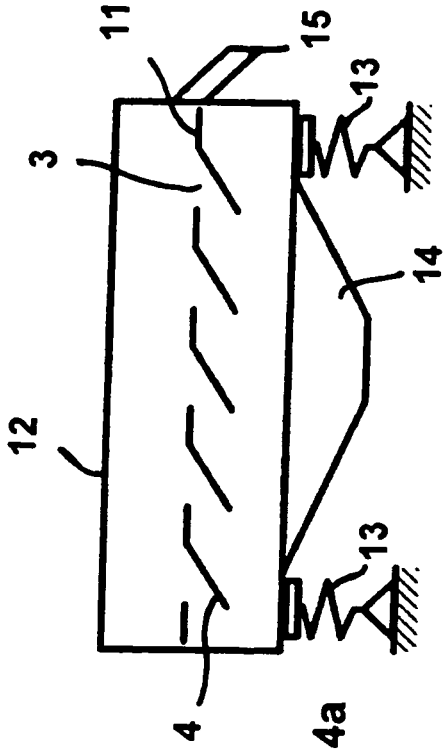


Fig. 14a

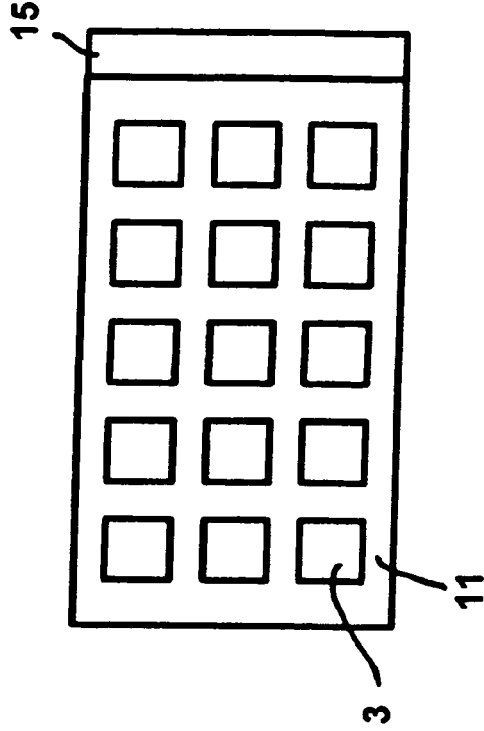


Fig. 14b

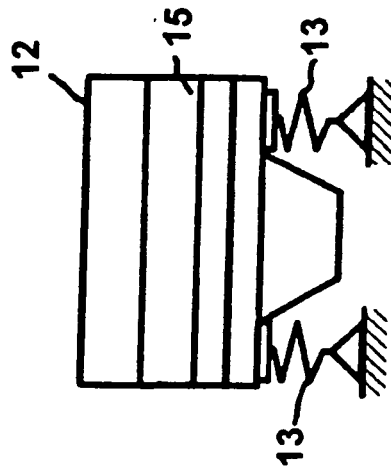


Fig. 14c

Fig. 14

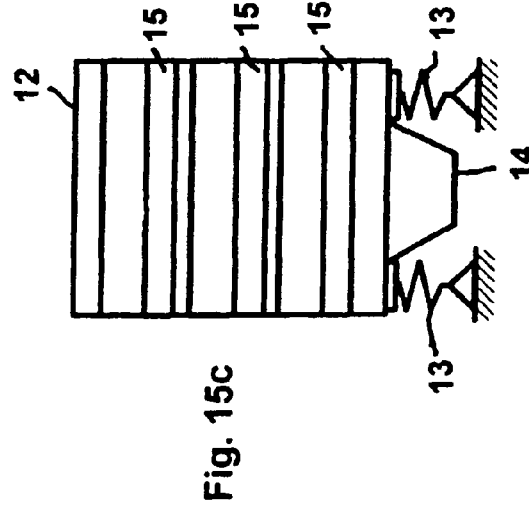
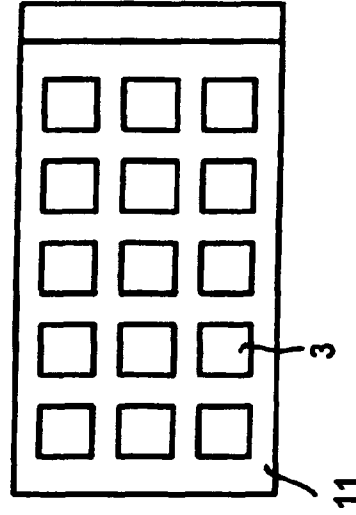
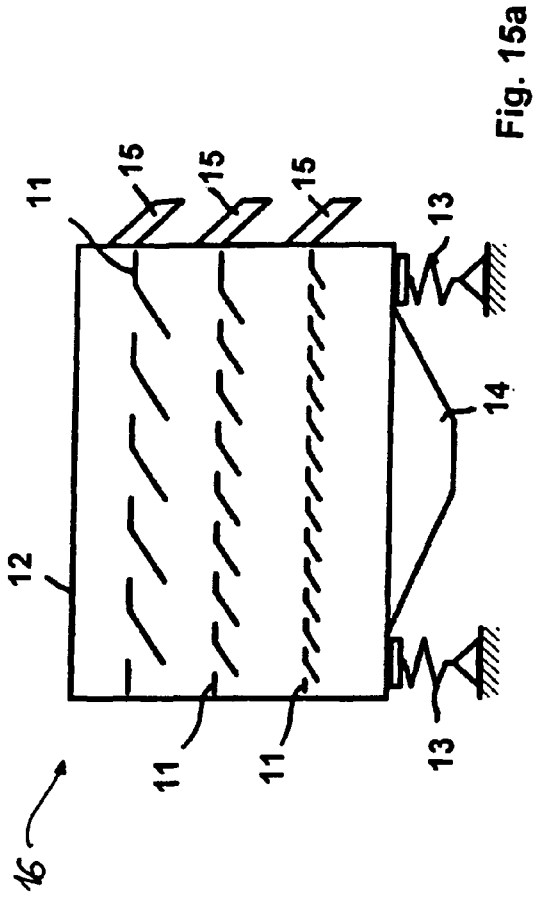


Fig. 15

Ejemplo de realización de una trampilla de elevación para la clasificación según (b)

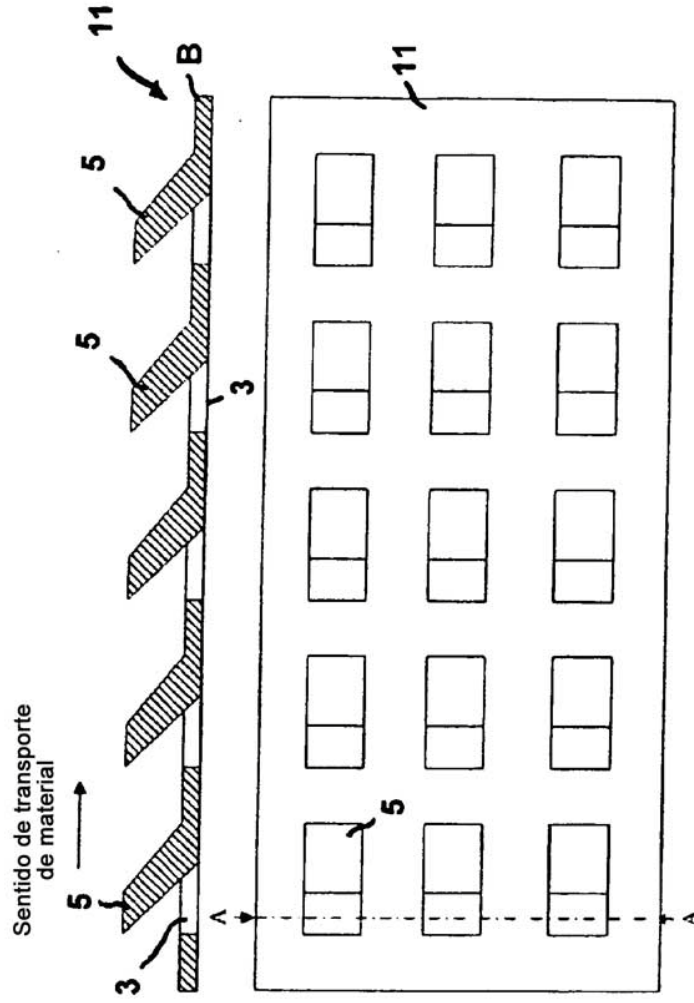


Fig. 16a

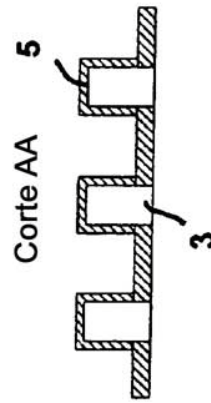


Fig. 16c

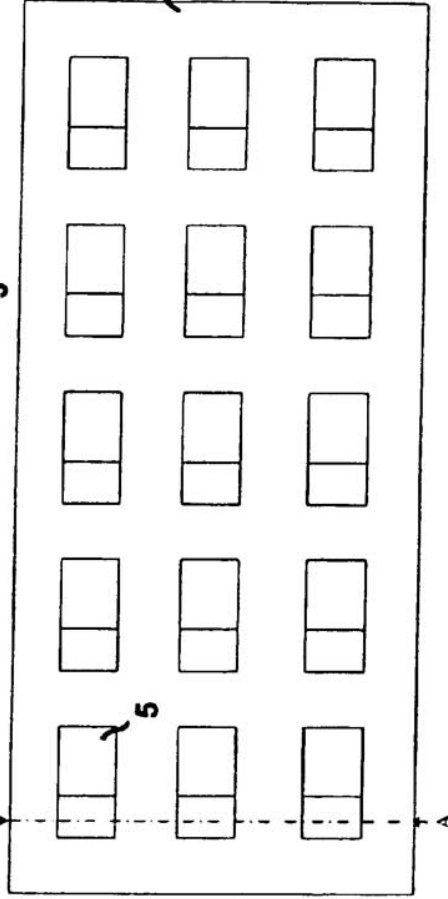


Fig. 16b

Fig. 16

Ejemplo de realización de una trampilla de caída para la clasificación según (b)

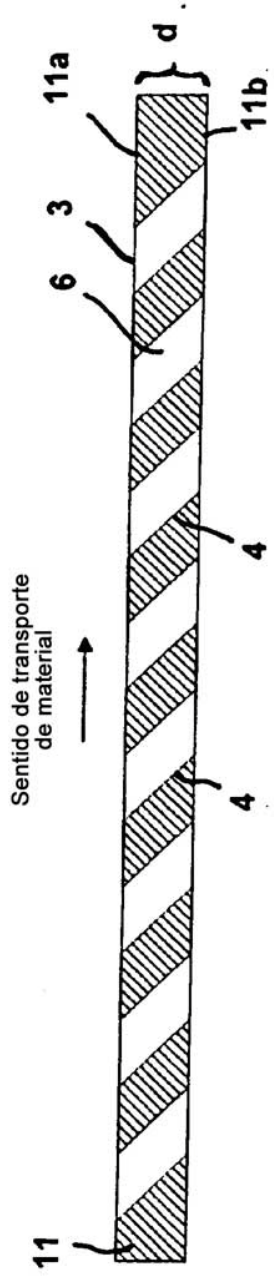


Fig. 17a

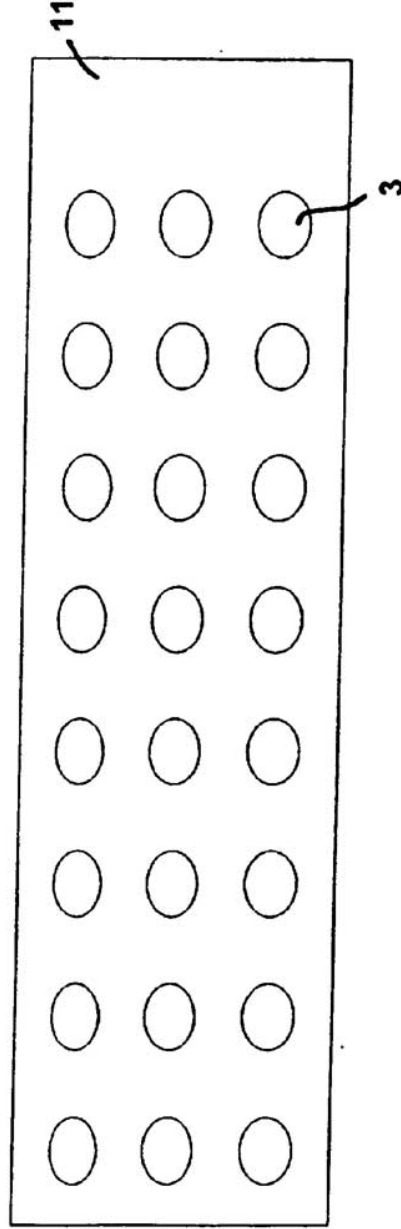


Fig. 17b

Fig. 17

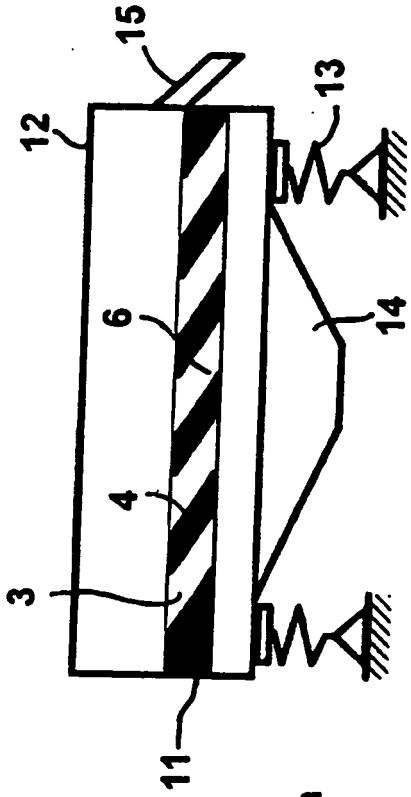


Fig. 18a

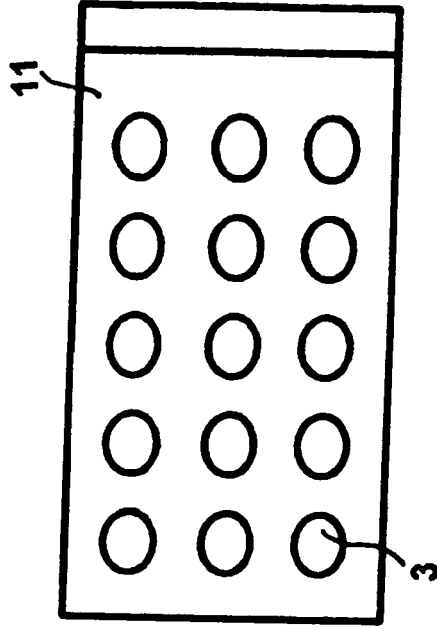


Fig. 18b

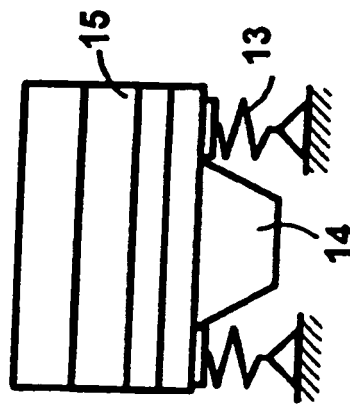
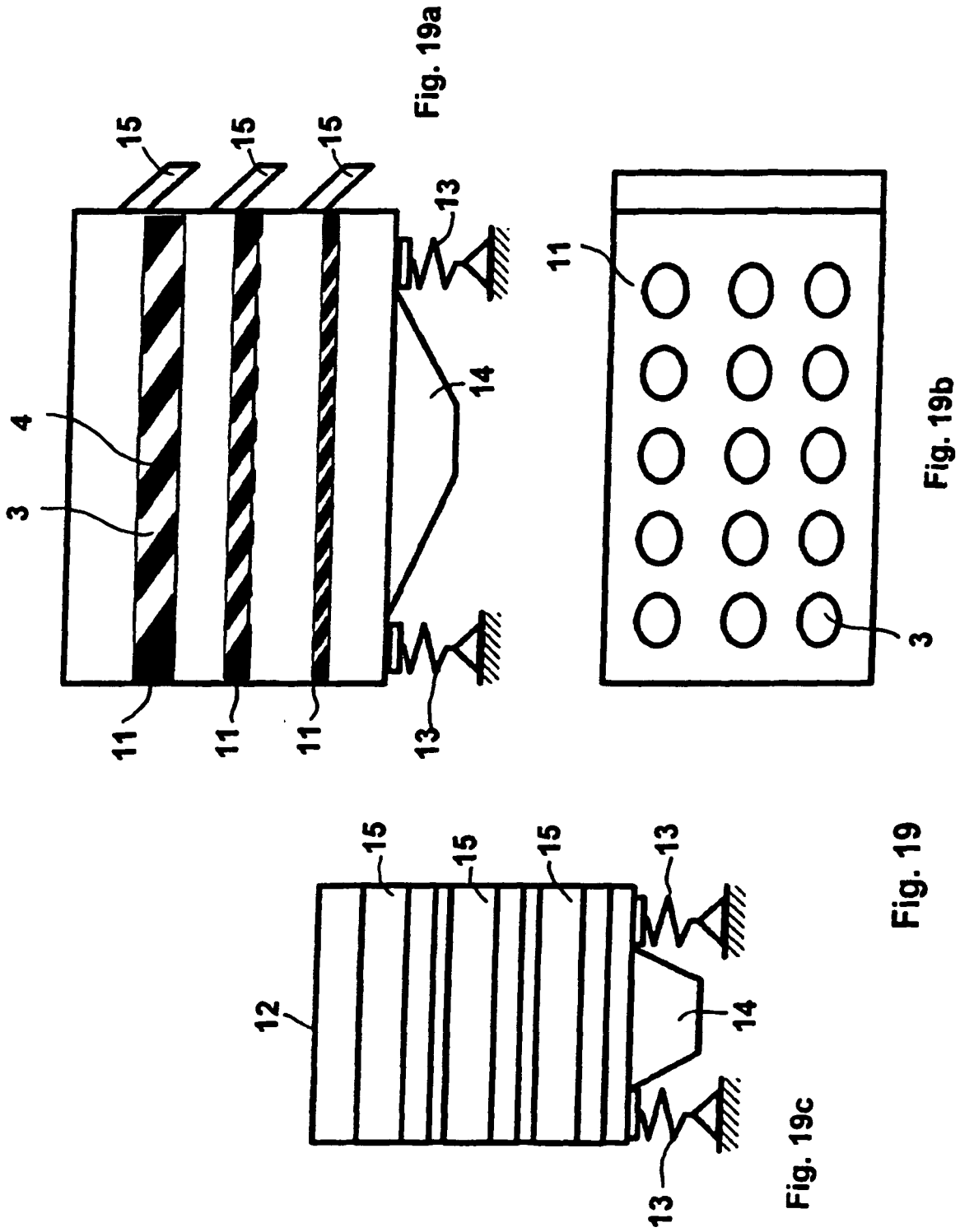


Fig. 18c

Fig. 18



Ejemplo de realización de una trampilla de elevación para la clasificación según (c)

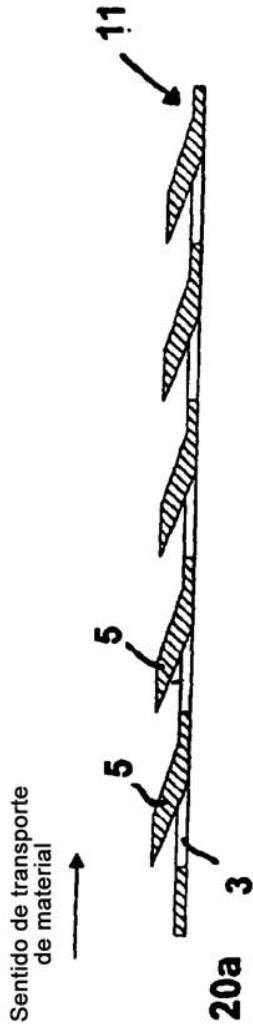


Fig. 20a

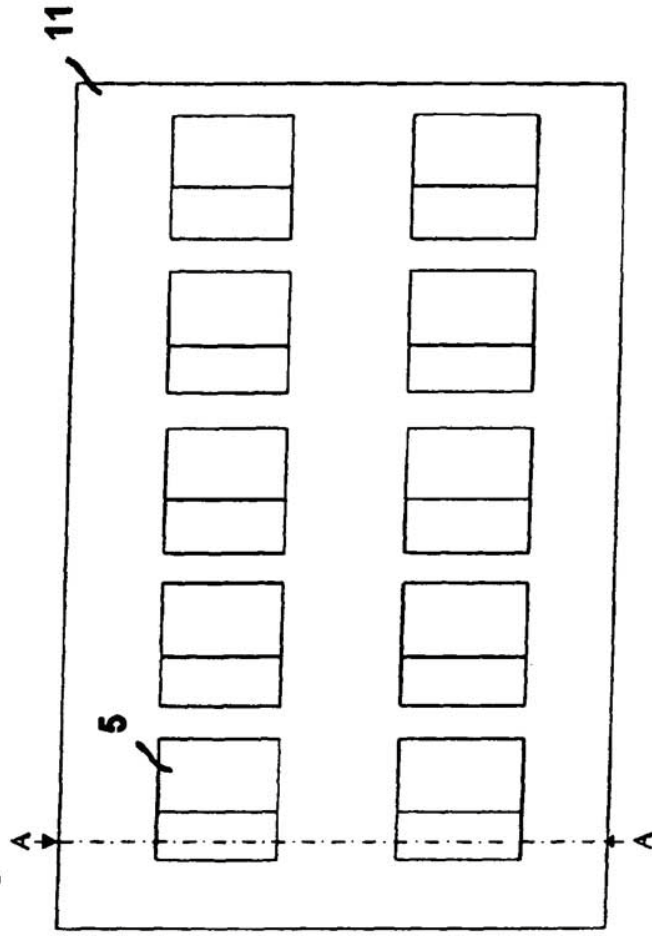


Fig. 20b

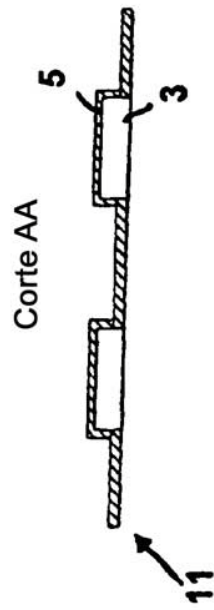


Fig. 20c

Fig. 20

Ejemplo de realización de una trampilla de caída para la clasificación según (c)

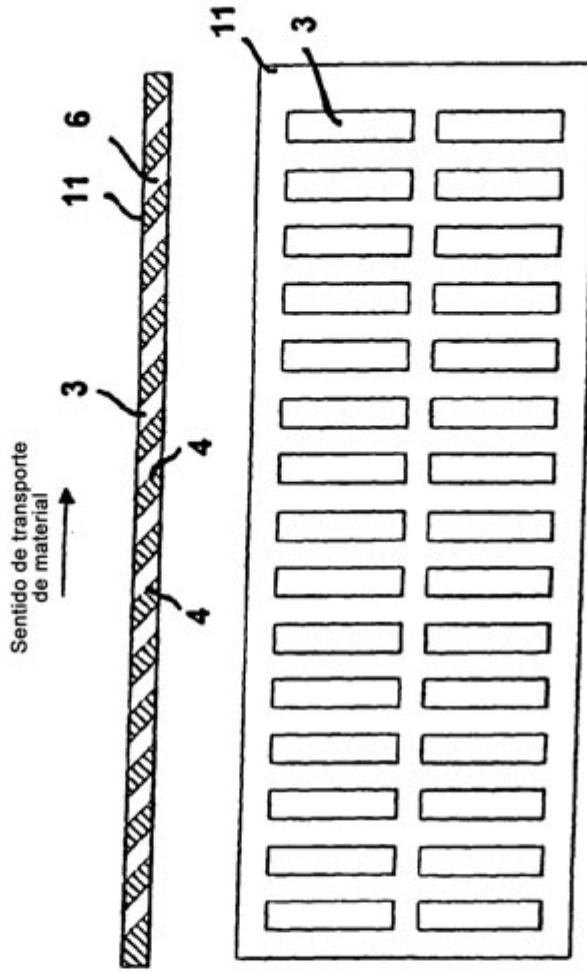


Fig. 21a

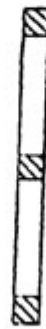


Fig. 21c

Fig. 21b

Fig. 21

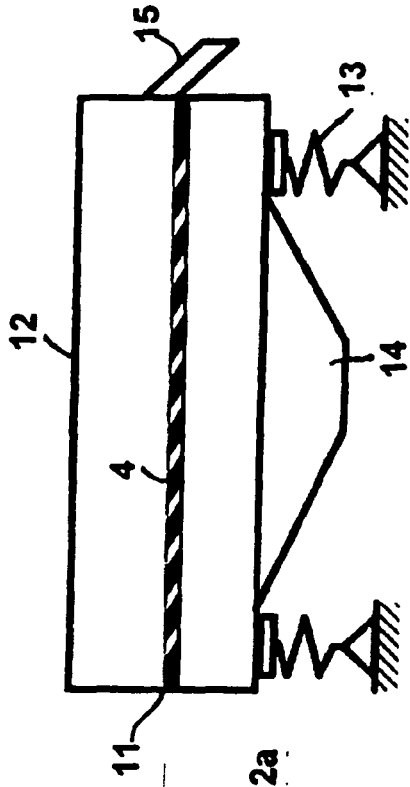


Fig. 22a

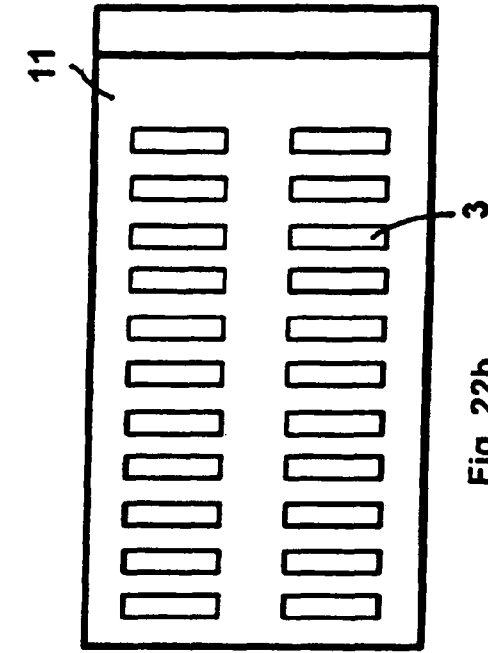


Fig. 22b

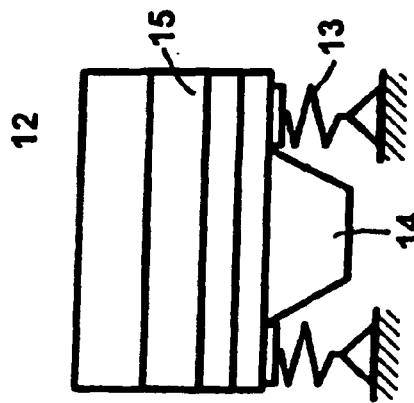


Fig. 22c

Fig. 22

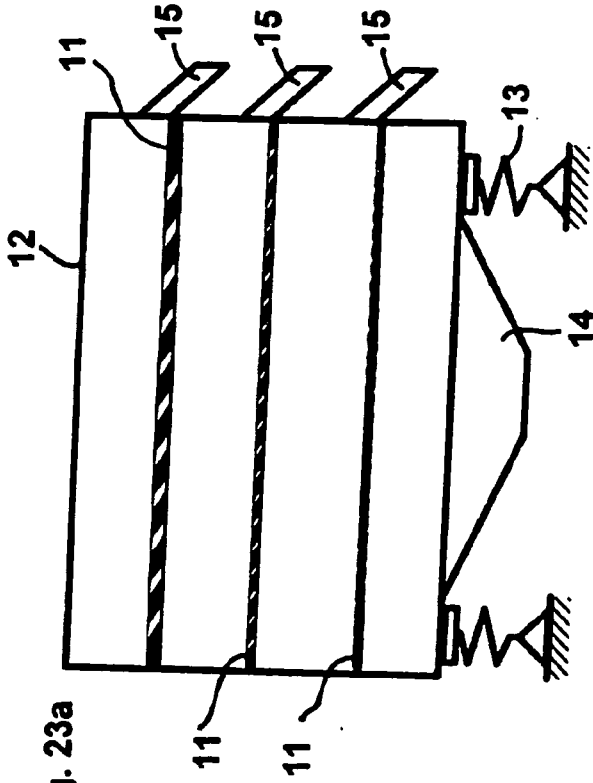


Fig. 23a

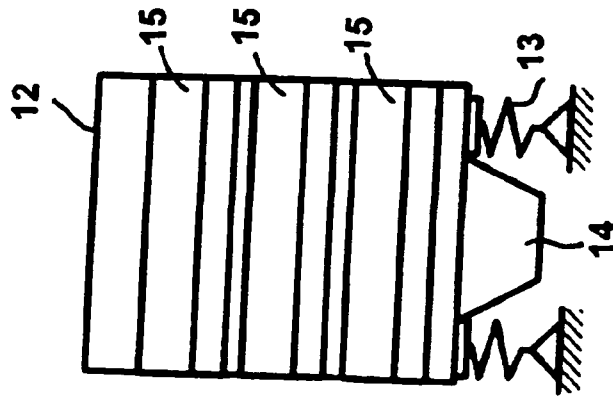


Fig. 23c

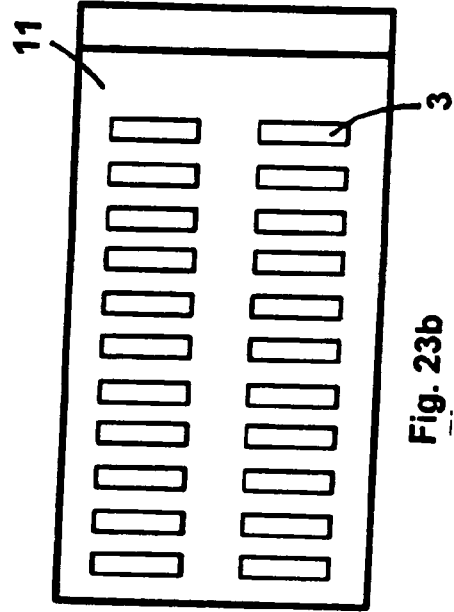


Fig. 23b

Fig. 23