

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 520 041**

51 Int. Cl.:

B07B 1/28 (2006.01)
B07B 13/00 (2006.01)
B07B 13/05 (2006.01)
B07B 13/10 (2006.01)
B07B 13/16 (2006.01)
B07B 4/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2008 E 08167886 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.10.2014 EP 2055395**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la selección de partículas**

30 Prioridad:

02.11.2007 DE 102007052473

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

11.11.2014

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27 c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**VON CAMPE, DR., HILMAR y
BUSS, WERNER**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 520 041 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 selección de partículas

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la selección de primeras partículas a partir de un granulado que comprende primeras y segundas partículas mediante transporte del granulado a lo largo de una superficie de tamizado, presentando las primeras partículas una relación de aspecto a_1 con $a_1 > n : 1$, con $n = 2, 3, > 3$ y las segundas partículas unas dimensiones, que permiten una caída a través de la malla de la superficie de tamizado, transportándose el granulado a lo largo de la superficie de tamizado entre la misma y una cubierta que se extiende a lo largo de la superficie de tamizado y debido a la cubierta las primeras partículas se orientan con sus ejes longitudinales discurriendo a lo largo de la superficie de tamizado, siendo la extensión longitudinal de cada primera partícula mayor que la abertura de malla del tamiz que forma la superficie de tamizado y siendo la extensión longitudinal de las segundas partículas igual o menor que la abertura de malla.
- 10
- 15 En la industria de los semiconductores se sacan cristales por ejemplo a partir de una masa fundida. A modo de ejemplo se mencionan el procedimiento de Czochralsky o el procedimiento de crecimiento de película de borde definido (*Edged-Defined-Film-Fed-Growth*) (procedimiento EFG). A este respecto, en particular en el caso del último procedimiento, es necesario que se suministren partículas de manera continua a la masa fundida en la medida que se retira material de la masa fundida por los cristales crecientes.
- 20 Las partículas que forman un granulado se suministran a la masa fundida a través de conducciones tubulares. A este respecto debe garantizarse que se transporta un granulado en gran medida geoméricamente homogéneo, es decir, que se han retirado en particular granos alargados con una relación de aspecto $> 3 : 1$ que, de lo contrario pueden engancharse y llevar a una obstrucción del tubo.
- 25 Para la separación de partículas aciculares pueden utilizarse cascadas de tamices, estando dispuestos habitualmente tres canales de tamizado uno sobre otro. Los canales dispuestos de forma inclinada se desplazan en vibración, sobresaliendo el extremo de descarga del canal superior respectivo por encima del comienzo observado en la dirección de transporte del canal subyacente, de modo que se arrojan los granos alargados y no pueden caer en el siguiente canal. Por el contrario, los granos de forma regular caen a través del tejido de tamiz de canal de tamizado a canal de tamizado. En este procedimiento es desventajoso que también caigan partículas más pequeñas, tal como polvo, a través del tejido de tamiz, de modo que no tiene lugar un desempolvamiento. Sin embargo, debido al requisito de pureza debería evitarse que se suministrara polvo a la masa fundida, dado que éste, debido a la gran superficie total, está desproporcionadamente muy impurificado. Es desventajoso además que el polvo que cae a través del tejido de tamiz también ensucie las partículas más grandes.
- 30
- 35 Para el tamizado de granos alargados se conoce también utilizar máquinas de tamizado de tambor, que giran alrededor de los ejes de cilindro y que separan agujas muy largas del granulado. Estas pueden escaparse de la zona interior del eje de tambor entonces con el eje de tambor colocado ligeramente inclinado.
- 40 Así mismo se conocen separadores de longitud excesiva para la separación de longitudes excesivas, encadenamientos y aglomerados de granulados de plástico. A este respecto se impide que se levanten partículas aciculares por medio de un ángulo de descarga muy plano.
- 45 Los procedimientos utilizados de acuerdo con el estado de la técnica pueden tamizar granos alargados o partículas aciculares sólo de forma incompleta, dado que no se descarta que algunas partículas aciculares se coloquen verticalmente de forma aleatoria y ocasional y por lo tanto pueden caer a través de la malla del tamiz.
- 50 Para conseguir un desempolvamiento efectivo se conoce arremolinar el granulado, arrojándose y aspirándose o dejándose escapar el polvo liberado. Las partículas de granulado se arremolinan a este respecto de forma desordenada y se centrifugan con alta energía cinética hasta los límites del aparato que alberga las partículas, es decir, sus paredes. Esto lleva además a una producción de polvo y ensuciamiento del granulado mediante abrasión.
- 55 Un procedimiento del tipo mencionado al principio puede deducirse del documento DE-C-195 26 841. Para la separación de al menos dos fracciones diferentes en forma de grano de una mezcla de sólidos que se compone de por ejemplo residuos de la construcción y materiales extraños tales como espigas, se transporta la misma a lo largo de un fondo perforado, que presenta una abertura de malla para el paso de una de las fracciones. Separadas del fondo perforado están dispuestas una placa de cubierta o una cadena de eslabones, para evitar que los granos alargados de una de las fracciones se enderecen, de modo que estos no puedan hacer a través del fondo perforado. La separación entre la placa de cubierta y el fondo perforado puede ajustarse. Para conseguir una optimización con respecto a la separación se llevan a cabo ensayos.
- 60
- 65 Un dispositivo para la clasificación de objetos alargados puede deducirse del documento DE-U-202 18 848. Para orientar los objetos sobre una superficie de tamizado, está prevista una placa que tiene que ajustarse en función del tamaño de partícula. Dispositivos correspondientes pueden deducirse también del documento FR-A-2 218 145 y el documento US-A-4.181.603.

Un procedimiento para el tamizado de materiales puede deducirse del documento US-A-4.194.970. Para ello se utiliza un fondo perforado que discurre de forma inclinada con un ángulo preferentemente entre 45° y 60° con respecto a la horizontal.

5 La presente invención se basa en el objetivo de tamizar una fracción de material determinada a partir de un granulado o mezcla de granulado, que se diferencia geoméricamente del resto del material en al menos una dimensión. En especial, se tamizarán primeras partículas aciculares con una relación de aspecto (longitud con respecto a anchura) de al menos más de 2 : 1, en particular = 3 : 1 del otro material. Un aspecto adicional de la invención prevé que el granulado liberado por las primeras partículas tenga poco polvo, pudiendo evitarse durante el
10 tamizado que se introduzcan impurezas mediante la abrasión del material del dispositivo, por medio del que tiene lugar el tamizado. En particular el objetivo resolverá el objetivo de evitar un ajuste que requiere mucho tiempo de la altura de ranura entre cubierta y superficie de tamizado, cuando tiene lugar una variación del tamaño de las partículas.

15 De acuerdo con el procedimiento, el objetivo se resuelve esencialmente por que como cubierta se usa una lámina, que se coloca sobre las partículas debido a la fuerza de la gravedad, o una placa, que puede pivotarse alrededor de un eje que discurre transversalmente con respecto a la dirección de transporte del granulado sobre la superficie de tamizado y en la zona del borde transversal del lado de alimentación del tamiz, por que tiene lugar un ajuste de una ranura que discurre entre la primera superficie de tamizado y la cubierta en función del tamaño y/o la forma de las
20 partículas.

De acuerdo con la invención tiene lugar un ajuste de autorregulación a las primeras partículas que van a orientarse a lo largo del fondo perforado, de modo que también en el caso de oscilaciones en la relación de aspecto se garantiza que tenga lugar la separación deseada entre las primeras y segundas partículas, una posibilidad que no ofrece el estado de la técnica en el caso del uso de una placa como cubierta. Por lo tanto es también necesario de acuerdo con el estado de la técnica que la separación entre la cubierta y el fondo perforado se determine mediante ensayos, para llevar a cabo la separación deseada. Pero tampoco las eslingas de cadena ofrecen esta posibilidad, dado que éstas pueden moverse a lo largo de la dirección de transporte de las partículas, de modo que debido a esto, no puede evitarse obligatoriamente un enderezamiento de las partículas que no van a tamizarse. Así mismo, las cadenas de la eslinga pueden presentar una con respecto a otra una separación, que ofrece la posibilidad de que no se capturen por las cadenas partículas que no van a tamizarse y que por lo tanto puedan enderezarse.
25

Debido a la enseñanza de acuerdo con la invención se garantiza que los granos alargados presentes en el granulado como las primeras partículas no puedan "levantarse", de modo que estos no caigan a través de la malla del tamiz. Más bien, la abertura de malla está diseñada de tal manera que solo las segundas partículas caen a través de la malla, que presentan en particular una relación de aspecto $\leq 3:1$.
30

Con respecto a la relación de aspecto a_1 de las primeras partículas ha de señalarse que ésta, según el motivo, puede ascender a $a_1 > n : 1$ con $n = 2, 3$ o mayor que 3, pudiendo adaptarse la relación de aspecto al objetivo respectivo.
40

Relación de aspecto significa a este respecto la relación de longitud de las partículas con respecto a su anchura. Independientemente de esto ha de indicarse en principio como criterio adicional para la selección de las primeras partículas que la longitud de las primeras partículas sea mayor que 5 mm. Las partículas con longitudes menores, cuya relación de aspecto es igualmente mayor que 3:1, no pueden denominarse en el sentido mostrado previamente como primeras partículas. El dato de longitud de más de 5 mm no es a este respecto ninguna magnitud fija, sino que puede variarse en función del material del granulado o de los requisitos con respecto a las propiedades de transporte a través de un sistema tubular.
45

50 De manera muy general, se propone de acuerdo con la invención que, debido a la cubierta que se extiende a lo largo de la superficie de tamizado se garantiza que se tamiza una fracción de material, que se diferencia geoméricamente del resto de partículas en su extensión longitudinal, dado que la cubierta impide un enderezamiento de las partículas correspondientes, con la consecuencia de que éstas no puedan caer a través de la malla del tamiz.
55

En particular el procedimiento de acuerdo con la invención puede emplearse para piezas en bruto de silicio trituradas que, por su parte, a altas temperaturas, se separan a partir de un lecho fluidizado por medio de separación de fase gaseosa de silano a una temperatura entre 600 °C y 900 °C o de triclorosilano a una temperatura de 1000 °C a 1350 °C en hidrógeno reducido. El poli-silicio generado de manera correspondiente se tritura. La forma de grano del material, debido a la estructura predeterminada del poli-silicio, es alargada con sección transversal un tanto circular (aproximadamente acicular), encontrándose habitualmente sólo partículas muy poco aciculares en la cantidad total. Sin embargo, éstas tienen que retirarse por completo para descartar, como ya se ha mencionado, una obstaculización durante el transporte a través de un sistema tubular.
60

65 Pero la invención no se limita sólo a materiales de poli-silicio triturados. También puede seleccionarse de manera correspondiente un fragmento de oblea utilizado para el crecimiento cristalino, resultando, tal como ya se ha

mencionado, la relación de aspecto mediante la longitud de los fragmentos de oblea con respecto a su anchura, que presenta el fragmento de oblea durante el transporte sobre el tamiz en perpendicular al plano abarcado por el tamiz.

5 De manera muy general, debido a la enseñanza de acuerdo con la invención los granulados a partir de material semiconductor tal como silicio, germanio, GaAs, GaP, CdS, CdTe, CuInSe₂ y otros conductores compuestos de los tipos IIIIV, II-VI, pero también materiales tales como SiO₂ como material de base para la producción de cuarzo, vidrios así como materiales cerámicos tales como SiC, Al₂O₃, Si₃N₄ y otras sustancias, que deben procesarse como granulado, pueden dividirse en una fracción de calidad y en una a través de tamizado, cuyas partículas presenten una relación de aspecto no deseada.

10 Las reflexiones expuestas anteriormente son válidas también para el tamizado de longitudes excesivas metálicas y también para partículas metálicas aciculares, incluso para agujas, clavos y tornillos. En este sentido, la invención se extiende también a las partes correspondientes.

15 En el caso de la trituración de materiales tales como poli-silicio pueden producirse impurezas mediante abrasión. A este respecto las impurezas pueden depositarse sobre la superficie, de modo que tiene lugar un ensuciamiento de manera proporcional a la superficie existente. Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto adicional de la invención ha de garantizarse que las fracciones de polvo generadas durante la trituración, cuyo tamaño de grano sea habitualmente $< 10 \mu\text{m}$, no se retiren mediante el tamizado, dado que, de lo contrario existe el riesgo de que el polvo se adhiera a las partículas más grandes. Por lo tanto, de acuerdo con la invención está previsto que antes del verdadero proceso de tamizado tenga lugar un desempolvamiento. Para ello aguas arriba del primer tamiz puede estar conectado un segundo de menor abertura de malla. En particular se preferirán aberturas de malla de entre 0,3 mm y 1 mm.

25 Se ha mostrado sin embargo que sólo un tamizado de polvo no es suficiente. Por lo tanto se propone de acuerdo con la invención que a través del segundo tamiz con una abertura de malla de preferentemente entre 0,3 mm y 1 mm, en particular entre 0,5 mm y 0,8 mm éste asociado un dispositivo de aspiración, que se extiende por encima o por debajo del tamiz. Preferentemente la aspiración tiene lugar desde el lado superior del tamiz, para impedir que partículas más grandes durante la aspiración desde el lado inferior del tamiz dañen la malla.

30 La aspiración tiene lugar en particular con una gran sección transversal de succión, de tal manera que el tamiz está cubierto a lo largo de toda su anchura. Así mismo, la extensión en el eje longitudinal de tamiz, es decir, en la dirección del recorrido de transporte, ascenderá a $a \times b$, seleccionándose $5 \text{ cm} \leq a \leq 1$ con $l =$ longitud de tamiz y $b =$ anchura de tamiz. Cuando mayor se selecciona a , mejor podrán retirarse las micropartículas separadas y menor será la probabilidad de que puedan aspirarse conjuntamente partículas de granulado de la fracción de calidad, es decir, aquellas que presentan un tamaño deseado para el procesamiento adicional.

35 Preferentemente y para conseguir una aspiración efectiva está previsto que el granulado caiga verticalmente delante de la boquilla o abertura de succión. En este caso, la corriente de succión puede seleccionarse de modo que no se aspiren las partículas de la fracción de calidad, en particular aquellas con un tamaño de grano con diámetro medio entre 0,3 mm y 0,5 mm, mientras que partículas microscópicamente pequeñas ($\leq 0,3 \mu\text{m}$) se atrapan y por lo tanto se aspiran por la corriente de succión.

45 El granulado así desempolvado llega entonces hasta el tamiz, sobre el que se tamizan las primeras partículas. A este respecto el tamiz estará dispuesto por encima de la superficie de fondo cerrada de un canal de tamizado vibratorio, que se desplaza en oscilación en particular por medio de un vibrador magnético. El tamiz que forma el fondo o el tejido de tamiz, que será de plástico para evitar una abrasión de metal, está cubierto de acuerdo con la invención con una cubierta tal como una lámina, que puede presentar un grosor entre $50 \mu\text{m}$ y 1 mm, en particular en el intervalo de $500 \mu\text{m}$. A través de una abertura de entrada llegan las partículas al espacio entre la cubierta, es decir, la lámina y el tamiz o el tejido de tamiz. Las partículas con igual forma pueden caer a través de la malla del tamiz, mientras que los granos alargados, debido a la cubierta con sus ejes longitudinales a lo largo del plano abarcado por el tamiz, se alinean y por lo tanto se obstaculizan, para enderezarse y caerse a través del tamiz. De esta manera se logra de manera efectiva tamizar granos alargados, de modo que incluso granos individuales en cantidades muy pequeñas de por ejemplo el 1 % en peso pueden seleccionarse de manera fiable a partir de la cantidad total. Los granos alargados caen al final del tamiz desde el canal de tamizado y pueden recogerse y reunirse en un recipiente separado.

50 En lugar de una lámina, que actúa de manera autoajutable, dado que ésta descansa debido a la fuerza de la gravedad sobre partículas transportadas mediante vibración a lo largo del tamiz, puede usarse también una placa como cubierta, que presenta por ejemplo un grosor entre 2 mm y 4 mm y que es intrínsecamente rígida. Una placa a este respecto está montada de manera pivotante alrededor de un eje, que discurre transversalmente con respecto a la dirección de transporte y por encima de la zona de alimentación del canal de tamizado.

60 A este respecto, la placa en el lado de alimentación está curvada de tal manera que resulta una abertura en forma de embudo para el granulado que va a suministrarse.

65

Mediante la placa montada de manera pivotante resulta igualmente un autoajuste.

El tamiz que tamiza las primeras partículas está inclinado preferentemente con respecto a la horizontal, discurriendo la alimentación al tamiz en un punto más alto que el extremo.

5 En particular la superficie o el plano abarcado por el tamiz describe con respecto a la horizontal un ángulo α con $0^\circ = \alpha = 60^\circ$, encontrándose el intervalo de valores preferidos entre 0° y 20° . En función del ángulo de inclinación a pueden tamizarse también por ejemplo partículas alargadas en forma de placa, realizándose el tamiz como chapa perforada con ranuras rectangulares. En función del ángulo α puede aumentarse además la velocidad de transporte.

10 De acuerdo con la invención se proporciona un procedimiento para la obtención de un granulado puro liberado de partículas de grano alargado, mediante en particular una combinación de proceso de tamizado y despolvamiento, en el que aguas arriba del proceso de tamizado de grano alargado de acuerdo con la invención está conectado el despolvamiento.

15 Un dispositivo para la selección de partículas de tamaño predeterminado de una extensión longitudinal x que comprende al menos un tamiz que abarca una superficie con una abertura de malla y y que se caracteriza por que el tamiz con la abertura de malla y y $y < x$ está cubierto por una cubierta con una distancia de ranura s con $s < x$ y por que el recorrido de transporte de las partículas discurre entre el tamiz y la cubierta. A este respecto, la cubierta puede descansar automáticamente debido a la fuerza de la gravedad sobre las partículas transportadas sobre tamiz. La cubierta delimitará en el lado de alimentación una abertura de alimentación en forma de embudo, a través de la que pueden suministrarse las partículas al tamiz.

25 En el caso de la cubierta puede tratarse de una lámina, que presenta un grosor entre $100 \mu\text{m}$ y 3 mm , en particular en el intervalo entre $500 \mu\text{m}$ y 1 mm . El gramaje se encontrará entre 5 mg/cm^2 y 150 mg/cm^2 .

30 En el caso de la lámina puede tratarse también de una lámina cargada con un fluido. De esto resulta la ventaja de que el peso de la "lámina" puede ajustarse de manera sencilla y puede ponerse sobre las partículas que van a tamizarse.

Como alternativa existe la posibilidad de que la cubierta sea una placa intrínsecamente rígida. A este respecto la cubierta puede estar fijada de manera pivotante alrededor de una por encima del borde transversal del lado de alimentación del tamiz.

35 En una configuración destacable adicional de la invención está previsto que aguas arriba del tamiz como primer tamiz esté conectado un tamiz adicional como segundo tamiz con una abertura de malla z con $z < y$. La abertura de malla y del primer tamiz ascenderá a entre 2 y 5 mm . La abertura de malla z del segundo tamiz se encontrará preferentemente entre $0,3 \text{ mm}$ y 1 mm , en particular entre $0,5 \text{ mm}$ y $0,8 \text{ mm}$.

40 Para la aspiración de partículas muy finas tales como polvo estará dispuesto por encima y por debajo del segundo tamiz un dispositivo de aspiración. En particular, por encima del tamiz está previsto un dispositivo de aspiración, extendiéndose el dispositivo de aspiración a lo largo de toda la anchura del tamiz. Preferentemente está previsto que la sección transversal de la abertura en el lado del tamiz del dispositivo de aspiración ascienda a $a \times b$ con $5 \text{ cm} \leq a \leq 1$ con $l =$ longitud de tamiz y $b =$ anchura de tamiz.

45 El primer o el segundo tamiz estarán conectados con un equipo de vibración, que puede presentar un vibrador magnético. El primer o el segundo tamiz pueden ser a este respecto el fondo de un canal de tamizado, siendo el primer tamiz y el segundo tamiz opcionalmente secciones de un único canal de tamizado. El tamiz o el canal de tamizado pueden estar montados también sobre un transportador de vibración.

50 En una configuración adicional de la invención está previsto que el granulado que va a tamizarse, antes de la alimentación sobre el primer tamiz caiga pasando por una abertura de aspiración, para conseguir un despolvamiento sumamente eficaz.

55 Otros detalles, ventajas y características de la invención no sólo resultan de las reivindicaciones, de las características que se desprenden de las mismas (en y/o en combinación), sino también de los ejemplos de realización preferidos que se desprenden de la siguiente descripción del dibujo.

Muestran:

60 la Figura 1 a una representación esquemática de una primera forma de realización de un dispositivo de tamizado,

65 la Figura 1b una representación esquemática de una segunda forma de realización de un dispositivo de tamizado,

la Figura 2 una representación esquemática para el tamizado de partículas,

- la Figura 3 una representación esquemática de partículas que se mueven sobre un tamiz,
- la Figura 4 una representación esquemática para ilustrar el procedimiento de acuerdo con la invención,
- 5 la Figura 5 un corte de una forma de realización de un dispositivo de tamizado,
- la Figura 6 una representación esquemática de un tamiz con cubierta,
- la Figura 7 una representación de granos alargados tamizados y
- 10 la Figura 8 una representación de la fracción de calidad tamizada.

15 Por medio de las representaciones esquemáticas que se desprenden de las Figuras se explicará en detalle la enseñanza de acuerdo con la invención, gracias a la que pueden seleccionarse o retirarse a partir de un granulado o de una mezcla de granulado, una o varias fracciones de material deseadas. A este respecto, el objetivo es obtener una fracción (fracción de calidad), cuyas partículas presenten, dentro de unas dimensiones predeterminadas, una geometría geoméricamente igual, retirándose partículas de polvo así como partículas, cuya relación de aspecto es mayor que 3:1 (Figura 7). Las partículas, cuya longitud es en principio menor que 5 mm, se asociarán también entonces a la denominada fracción de calidad, cuando la relación de aspecto es mayor que 3:1 (Figura 8).

20 Con respecto a la Figura 7 y 8 cabe señalar que los números asociados a las partículas indican la relación de aspecto.

25 En el caso del granulado o la mezcla de granulado se trata en particular de material de poli-silicio triturado, que se ha tamizado a partir de la fase gaseosa de triclorosilano en hidrógeno reducido, sin con ello, sin embargo, tenga lugar una limitación de la enseñanza de acuerdo con la invención. Las partículas correspondientes son de forma plana a de simetría cilíndrica. El material triturado se suministra por ejemplo para arrastrar cristales de una masa fundida. Esto tiene lugar a través de conducciones tubulares, que pueden presentar recodos y esquinas. Por lo tanto debe garantizarse que se retiren del granulado partículas que no obedecen a las condiciones secundarias indicadas anteriormente, dado que, de lo contrario, existe el riesgo de que las partículas se enganchen en las conducciones y por lo tanto que las cierren.

30 También cuando, como ya se ha mencionado, el procedimiento de acuerdo con la invención es adecuado preferentemente para piezas en bruto de poli-silicio trituradas, con ello no ha de considerarse una limitación de la enseñanza de acuerdo con la invención. Más bien, la invención se refiere de manera muy general a granulados de material semiconductor tales como silicio, germanio, GaAs, GaP, CdS, CdTe, CuInSe₂ y otros semiconductores compuestos de los tipos III-V, II-VI, pero también a materiales tales como SiO₂ como material de base para la producción de cuarzo, vidrios así como materiales cerámicos tales como SiC, Al₂O₃, Si₃N₄ y otras sustancias, que se procesan como granulado. Además pueden retirarse también partículas o partes de metal aciculares.

35 Para separar granulado, es decir las partículas que forman el granulado en las fracciones deseadas, se suministra el granulado a un canal vibratorio 10, que presenta una carcasa 12 desplazada en oscilación y a una distancia con respecto a la pared de fondo 14 un tamiz 18 que abarca un plano. A través del tamiz 18 que se compone de plástico se transporta el granulado, es decir, las partículas 16, 20 representadas esquemáticamente en la Figura 1, para 40 efectuar una separación deseada de fracciones del tipo descrito a continuación. Por debajo del tamiz 18 se encuentra un embudo 22, que desemboca en una abertura, por debajo de la que está dispuesto un alojamiento 24 para las partículas que atraviesan el tamiz 18. En el lado de descarga, es decir, en el extremo inferior del tamiz 18, se encuentra un alojamiento 26 adicional, a través del que se reciben las partículas, que no atraviesen el tamiz 18. En este sentido se trata de las partículas explicadas anteriormente con una relación de aspecto > 3:1.

50 El dispositivo de vibración 10 de acuerdo con la Figura 1a presenta un vibrador magnético 28, que está conectado con la carcasa 12 y que desplaza la misma en oscilación. La propia carcasa 12 puede estar apoyada a través de muelles 30, 32 representados esquemáticamente sobre un soporte.

55 En el ejemplo de realización, el tamiz 18 discurre con respecto a la horizontal (línea 34) con un ángulo α , que se encuentra entre 0° y 60°, preferentemente en el intervalo entre 0° y 20°. A este respecto el punto de alimentación se encuentra por encima de la zona de descarga.

60 En la Figura 3 está representado de manera meramente esquemática un corte del tamiz 18. La dirección de transporte de las partículas presentes sobre el tamiz está señalada por la flecha 34.

Debido a que el tamiz 18 se desplaza en vibración, las partículas se mueven aproximadamente en parábolas de descarga 36, mediante lo cual se enderezan las partículas alargadas 38 (representación 40) y por lo tanto pueden caer a través de la malla del tamiz 18. Si en el caso de la partícula 38 se trata de una que presenta la relación de 65 aspecto que debe evitarse con una longitud que es mayor que la abertura de malla, entonces pueden aparecer las desventajas señaladas previamente, que aparecen durante el transporte de la fracción de partículas que atraviesan

el tamiz 18 y que presenta una extensión longitudinal máxima, que es menor que la abertura de malla. En particular estas partículas, en el caso de poli-silicio presentan una relación de aspecto $< 3 : 1$.

5 Para descartar el enderezamiento de las partículas 38, está previsto de acuerdo con la invención que por encima del tamiz 18 discorra una cubierta 42, que garantiza que las partículas 38 no puedan levantarse, tal como puede deducirse de la Figura 4.

10 Las partículas del granulado se transportan entre la cubierta 42 y el tamiz 18 a lo largo del mismo (flecha 34), sin que exista el riesgo de que puedan enderezarse las partículas que pueden denominarse también como de grano largo, con la relación de aspecto $> 3:1$, en la medida de que éstas atraviesen la malla del tamiz 18.

15 En el caso de la cubierta 42 se trata de una lámina delgada 114, que presenta por ejemplo un grosor entre 50 μ m y 3 mm. Las partículas que van a tamizarse llegan entre la lámina 42 y el tamiz 18, cayendo partículas de igual forma con una extensión longitudinal máxima, que es menor que la abertura de malla, a través de la malla del tamiz. Por el contrario, mediante la cubierta 42 se impide que los granos alargados se enderecen y caigan a través del tamiz 18.

20 Debido a que la cubierta está diseñada como lámina 114, resulta la ventaja de que la separación entre la lámina, es decir, la cubierta 42 y la superficie del fondo perforado se ajuste automáticamente a la forma de las partículas o su tamaño, de modo que sea posible un tamizado óptimo. A este respecto la lámina puede estar cargada opcionalmente con un fluido, puede ser casi un bolsillo plano flexible o una bolsa, para conseguir un peso deseado, el que la lámina descansa sobre las partículas.

25 No existe riesgo alguno de obstrucción, dado que la lámina 114 puede desviarse en el caso de partículas más grandes, una posibilidad que no ofrecen las placas fijadas. Siempre que se desee, puede actuar sobre la lámina, además de su peso, opcionalmente una fuerza adicional, para ejercer una presión deseada sobre las partículas que van a tamizarse, sin que, sin embargo, se pierda la flexibilidad y la alienación automática de las partículas.

30 Mediante estas medidas se logra de manera efectiva tamizar granos alargados, de modo que puedan seleccionarse incluso granos individuales en cantidades muy pequeñas de por ejemplo sólo el 1 % en peso de la cantidad total. Los granos alargados caen en el extremo del tamiz 18 desde el canal de transporte 12 y se recogen por el recipiente 26.

35 El uso de una lámina 114 como la cubierta 52 muestra la ventaja de que tenga lugar un autoajuste, dado que la lámina descansa debido a la fuerza de la gravedad sobre las partículas, de modo que tiene lugar un ajuste en la extensión de las partículas en perpendicular al plano abarcado por el tamiz 18. No obstante, el peso de la lámina 114 garantiza que las partículas no puedan enderezarse en el sentido señalado previamente.

40 En lugar de una lámina 114 puede usarse también una placa 44, tal como puede deducirse de manera meramente esquemática de la Figura 6. Así, por encima del tamiz 18 discurre una cubierta 48, que puede pivotarse alrededor un eje 46, que se extiende en sentido transversal al eje longitudinal de tamiz y en la zona de alimentación del tamiz 18. También con ello resulta un ajuste autoajustable a las partículas transportadas a lo largo del tamiz 18.

45 En el lado de alimentación está curvada la placa 44, para proporcionar un embudo de entrada 48 para las partículas que van a alimentarse. En la zona del embudo de entrada 48 se encuentra una placa de fondo cerrada 19, que se convierte en el primer tamiz 18.

50 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, aguas arriba del tamiz 18 con la cubierta 42 está conectado un tamiz adicional 50 de menor abertura de malla (Figura 2). A este respecto, los tamices 18 y 50 pueden estar previstos en un dispositivo de tamizado. Los tamices 18, 50 pueden partir de un canal de tamizado vibratorio, que puede discurrir de manera inclinada con respecto a la horizontal, o de un transportador de vibración horizontal.

55 Un transportador de vibración 100 puede deducirse de manera meramente esquemática de la Figura 1b. A este respecto se usan los mismos números de referencia para elementos que se han explicado en relación con la Figura 1a. El transportador de vibración 100 comprende una carcasa 102 con por ejemplo fondo 104 que se compone de metal o de plástico resistente a la abrasión, en paralelo al cual discurre el primer tamiz 18, a lo largo del cual se transportan las partículas 16, 18.

60 La carcasa 102 está conectada a través de muelles laminados 106, 108 con una placa de fondo 110, de la que parte un imán 112, a través del cual se atrae el fondo 104 y con ello la carcasa 102 en contra de la tensión generada por los muelles laminados 106, 108. En función de la frecuencia del imán 112 se desplaza en oscilación la carcasa 102, para transportar las partículas 16, 20 a lo largo del tamiz 18. En este sentido se mueven las partículas 16, 20 en parábolas de descarga 52, que con respecto a la horizontal presentarán un ángulo de preferentemente 30° a 60° , en particular en aproximadamente 45° , para permitir el transporte en la medida necesaria. Para que las partículas alargadas 38 no puedan enderezarse en la medida de que puedan caer a través de la malla del tamiz 18, por encima del tamiz 18 y de las partículas 16, 20 discurre la cubierta 44, que es una lámina 114 que se coloca de acuerdo con la invención debido a la fuerza de la gravedad en particular sobre las partículas 16, 20. Como alternativa puede

ES 2 520 041 T3

usarse también una placa 44 que puede pivotarse en sentido perpendicular a la dirección de transporte, que descansa igualmente debido a la fuerza de la gravedad sobre las partículas 16, 20.

5 Independientemente de si se usa una placa 44 o una lámina 114, para evitar el enderezamiento indeseado de las partículas alargadas en la medida de que éstas pudieran caer a través de la malla del tamiz 18, está prevista en el lado de entrada una abertura de alimentación 48 entre la lámina 114 o placa 44 y el tamiz 18, que se estrecha en la dirección de transporte, es decir, presenta en sección una forma casi en V. En la zona de la abertura de alimentación 48 se encuentra la superficie cerrada 19, que entonces se convierte en el tamiz 18.

10 El segundo tamiz 50, que presenta una abertura de malla preferentemente en el intervalo entre 0,3 mm y 1 mm, preferentemente entre 0,5 mm y 0,8 mm, sirve para tamizar polvo fino y polvo de impurezas.

15 De manera correspondiente a la enseñanza explicada anteriormente, las partículas transportadas a lo largo del segundo tamiz 50 se mueven mediante la vibración del tamiz 50 igualmente en parábolas de descarga 52 y a este respecto se sacuden, de modo que mediante el rozamiento de las partículas se separan partículas de tamaño micrométrico que se adhieren de manera floja entre sí. Estas pueden entonces o bien aspirarse a través del tamiz 50 hacia abajo (flecha 54) o hacia arriba (flecha 56). A este respecto, de manera correspondiente a la representación esquemática de la Figura 5, está previsto un dispositivo de aspiración que presenta una anchura que cubre el tejido de tamiz a lo largo de toda su anchura b. Así mismo, la abertura de succión presentará una sección transversal a x b, siendo $5\text{ cm} < a \leq \text{longitud de tamiz}$. Cuanto mayor se seleccione a, mejor pueden retirarse las micropartículas separadas y menor será la probabilidad de que se aspiren conjuntamente partículas de granulado que van a asociarse a la fracción de calidad.

25 Para configurar favorablemente desde el punto de vista energético el dispositivo de aspiración, están dispuestos, de manera correspondiente a la Figura 5, varios embudos de aspiración 58, 60 sobre el tamiz 50, para aspirar las partículas pequeñas.

30 En el caso del diseño de la instalación de transporte ha de prestarse atención a que las partículas choquen la menor energía cinética posible contra las paredes, para evitar el desgaste de material indeseado.

A este respecto, la velocidad con la que chocan las partículas sobre las paredes del equipo de vibración, no ascienden a más de aproximadamente 1 m/s.

35 La frecuencia de oscilación del primer o segundo tamiz puede encontrarse en el intervalo entre 10 Hz y 400 Hz, en particular entre 50 Hz y 60 Hz. La velocidad de transporte de las partículas a lo largo del primer o segundo tamiz ascenderá preferentemente a entre 1 mm/s y 100 mm/s.

Dimensiones típicas del primer tamiz 18 o segundo tamiz 50 son:

40 primer tamiz 18: abertura de malla de 2,0 mm a 3 mm, preferentemente 3,0 mm,
segundo tamiz 50: abertura de malla de 0,3 mm a 1 mm, preferentemente 0,5 mm.

45 Con respecto al dispositivo de aspiración para aspirar las partículas de polvo se disponen preferentemente los embudos de aspiración 58, 60 sobre el tamiz 50. A este respecto la superficie de cada uno de los embudos 58, 60 ascenderá a 20 mm x 20 mm x 70 % (al 70% de superficie abierta de tamiz). La potencia de succión ascenderá hasta 3400 l/min. La superficie de aspiración y la potencia de succión se ajustarán entre sí además de tal manera que la velocidad de aspiración ascienda a de 0,1 a 3 m/s, preferentemente 0,5 m/s.

50 Con respecto a las partículas y a la fracción de calidad y de grano alargado han de indicarse como dimensiones típicas:

Grano alargado: $1,5\text{ mm} \leq L : B \leq 30\text{ mm}$, ascendiendo L a aproximadamente 3 mm a 10 mm.

55 Partículas de la fracción de calidad: $1,5\text{ mm} \leq L : B \leq 10\text{ mm}$, encontrándose L preferentemente en el intervalo entre 0,5 mm y 3 mm. La relación de aspecto L : B para partículas de tamaño de grano inferior ascenderá a $1,5\text{ mm} \leq L : B \leq 10\text{ mm}$ con una longitud L preferentemente con $L \leq 0,5\text{ mm}$.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la selección de primeras partículas a partir de un granulado que comprende primeras y segundas partículas mediante transporte del granulado a lo largo de una superficie de tamizado, presentando las primeras partículas una relación de aspecto a_1 con $a_1 \geq n : 1$, con $n = 2, 3, > 3$, y las segundas partículas unas dimensiones que permiten una caída a través de la malla de la superficie de tamizado, transportándose el granulado a lo largo de la superficie de tamizado entre la misma y una cubierta (42, 44) que se extiende a lo largo de la superficie de tamizado y, debido a la cubierta, las primeras partículas se orientan con sus ejes longitudinales discurriendo a lo largo de la superficie de tamizado, siendo la extensión longitudinal de cada primera partícula mayor que la abertura de malla del tamiz (18) que forma la superficie de tamizado y siendo la extensión longitudinal de las segundas partículas igual o menor que la abertura de malla,
- caracterizado por que**
como cubierta se usa una lámina (114), que descansa sobre las partículas debido a la fuerza de la gravedad, o una placa (44) que puede pivotarse alrededor de un eje (46) que discurre transversalmente con respecto a la dirección de transporte del granulado sobre la superficie de tamizado y en la zona del borde transversal del tamiz del lado de alimentación, de tal manera que tiene lugar un ajuste de una ranura que discurre entre la primera superficie de tamizado y la cubierta en función del tamaño y/o la forma de las partículas.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,
- caracterizado por que**
como lámina se usa una con un gramaje G_F con $5 \text{ mg/cm}^2 \leq G_F \leq 150 \text{ mg/cm}^2$ y/o una con un grosor d_F con $100 \text{ } \mu\text{m} \leq d_F \leq 3 \text{ mm}$.
3. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado por que**
la primera superficie de tamizado se ajusta con respecto a la horizontal con un ángulo α con $0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$, en particular $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$.
4. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado por que**
la cubierta delimita, en el lado de alimentación del tamiz con respecto al tamiz, una abertura de alimentación que se estrecha en la dirección de transporte.
5. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado por que**
el granulado, antes de transportarse a través de la superficie de tamizado como primera superficie de tamizado, se transporta a través de una superficie de tamizado adicional como segunda superficie de tamizado, a través de la cual y/o por debajo de la cual y/o por medio de la cual se retiran partículas pequeñas de gran superficie, en particular partículas de polvo, aspirándose en particular las partículas pequeñas por encima y/o por debajo de la segunda superficie de tamizado a través de una abertura de aspiración o varias aberturas de aspiración que se extienden preferentemente a lo largo de toda la anchura de la superficie de tamizado y usándose preferentemente como abertura de aspiración total una que presenta una sección transversal a $x \times b$ con $5 \text{ cm} \leq a \leq 1 \text{ m}$ con $b = \text{anchura de la superficie de tamizado}$ y $l = \text{longitud de la superficie de tamizado}$.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5,
- caracterizado por que**
como tamiz de la primera superficie de tamizado se usa uno cuya abertura de malla se encuentra entre 2 mm y 5 mm y/o por que como tamiz de la segunda superficie de tamizado se usa uno cuya abertura de malla se encuentra entre 0,3 mm y 1 mm, en particular entre 0,5 mm y 0,8 mm.
7. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado por que**
el granulado, antes de ponerse sobre la superficie de tamizado, se hace pasar cayendo verticalmente al lado de una abertura de aspiración.
8. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado por que**
como granulado se usan piezas en bruto de poli-silicio trituradas y/o un fragmento de oblea que se compone de silicio y/o material semiconductor tal como silicio, germanio, GaAs, GaP, CdS, CdTe, CuInSe₂ y otros semiconductores compuestos de los tipos III-V, II-VI, pero también materiales tales como SiO₂ como material de base para la producción de cuarzo, vidrios así como materiales cerámicos tales como SiC, Al₂O₃, Si₃N₄ y otras sustancias, que se procesan como granulado.
9. Dispositivo (10) para la selección de partículas (16, 20, 38) de tamaño predeterminado de una extensión longitudinal x que comprende al menos un tamiz (18), que abarca una superficie, con una abertura de malla y , en el que el tamiz con una abertura de malla y y con $y < x$ está cubierto por una cubierta (42, 44), las partículas entre la

cubierta y el tamiz pueden transportarse a lo largo de la misma y la anchura de ranura efectiva d_s entre la cubierta y el primer tamiz $d_s < x$,

caracterizado por que

5 la cubierta (42) que cubre el tamiz (18) desplazable en oscilación o vibración es una lámina (114) que descansa debido a la fuerza de la gravedad sobre las partículas (16, 20, 38) transportadas sobre el tamiz o es una placa (44) que puede pivotarse alrededor de un eje (46) que discurre en la zona del borde transversal del lado de alimentación del tamiz (18).

10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9,

10 **caracterizado por que**

la cubierta (42) en el lado de alimentación delimita una abertura de alimentación (48) que se estrecha en la dirección de transporte de las partículas (16, 20).

11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9 o 10,

15 **caracterizado por que**

la lámina (114) presenta un grosor d_F con $100 \mu\text{m} \leq d_F \leq 3 \text{ mm}$ y/o un gramaje G_F con $5 \text{ mg/cm}^2 \leq G_F \leq 150 \text{ mg/cm}^2$.

12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11,

caracterizado por que

20 la cubierta (42) descansa de manera autoajutable sobre las partículas (16, 20, 38) transportadas sobre el tamiz (18).

13. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12,

caracterizado por que

25 el tamiz (18) con respecto a la horizontal forma un ángulo α , ascendiendo en particular el ángulo α a $0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$, en particular $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$.

14. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13,

caracterizado por que

30 aguas arriba del tamiz (18) como primer tamiz está conectado un tamiz adicional (50) como el segundo tamiz, estando dispuesto por encima y por debajo del tamiz adicional (50) un dispositivo de aspiración (58, 60), que se extiende preferentemente a lo largo de toda la anchura del segundo tamiz (50) y presentando preferentemente el dispositivo de aspiración (58, 60) que se extiende a lo largo del segundo tamiz (50) una sección transversal a x b con $5 \text{ cm} \leq a \leq 1$ con $b = \text{anchura del segundo tamiz (50)}$ y $l = \text{longitud del segundo tamiz}$.

15. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 14,

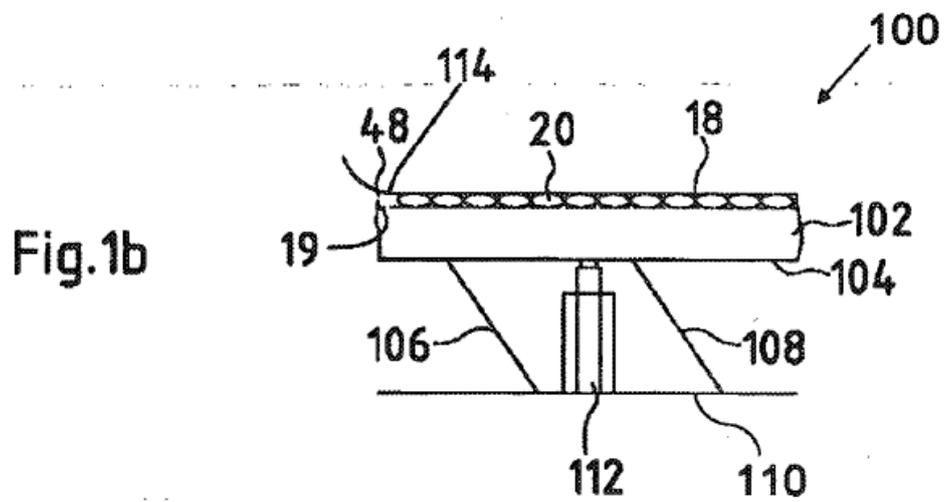
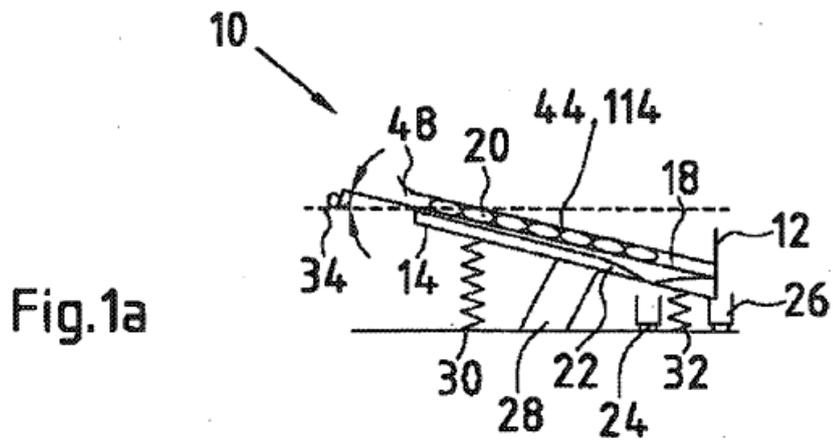
caracterizado por que

40 el primer tamiz (18) y el segundo tamiz (50) parten de un equipo de vibración común, partiendo en particular al menos el primer tamiz (18) de un canal de tamizado vibratorio o un transportador de vibración horizontal (100) y presentando preferentemente el equipo de vibración un vibrador magnético.

16. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 o 15,

caracterizado por que

45 el primer tamiz presenta una abertura de malla y con $2 \text{ mm} \leq y \leq 5 \text{ mm}$ y/o el segundo tamiz (50) presenta una abertura de malla z con $0,3 \text{ mm} \leq z \leq 1 \text{ mm}$, en particular $0,5 \text{ mm} \leq z \leq 0,8 \text{ mm}$.



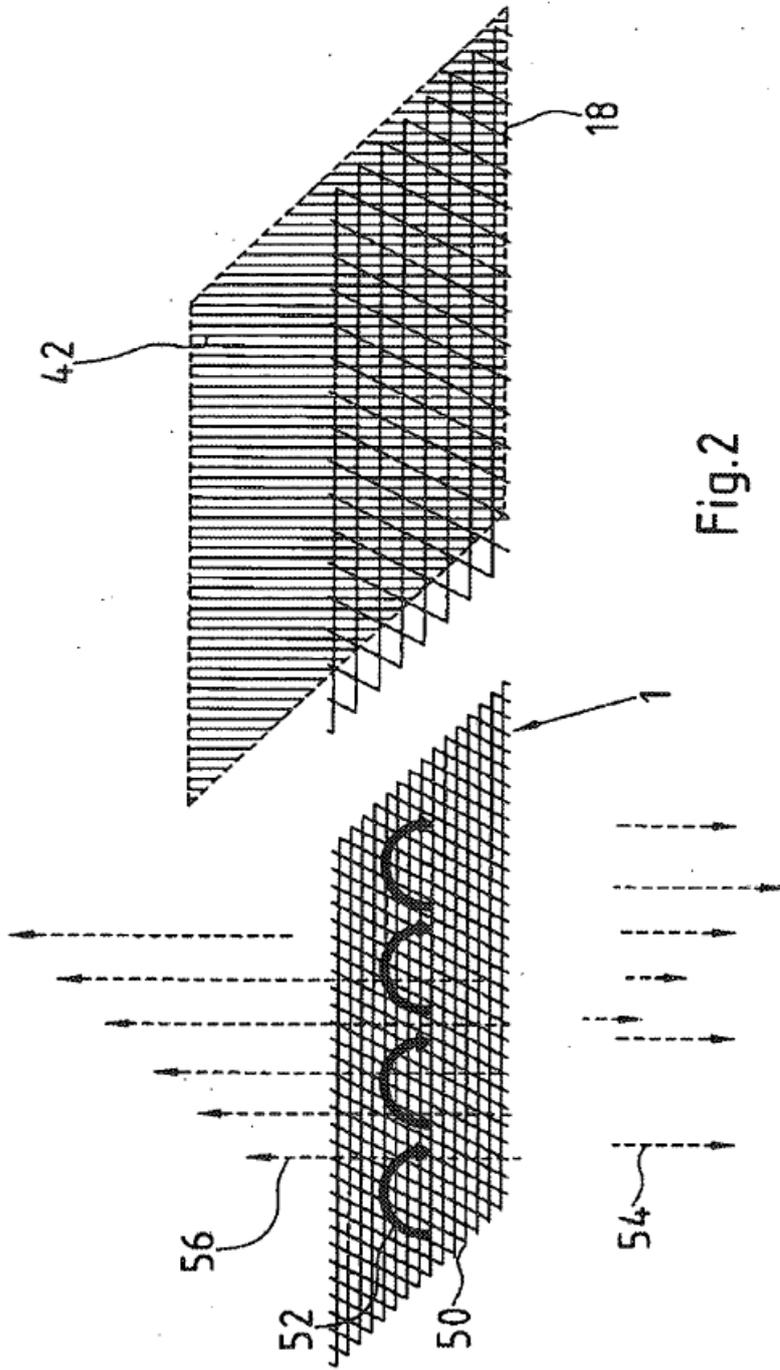


Fig.2

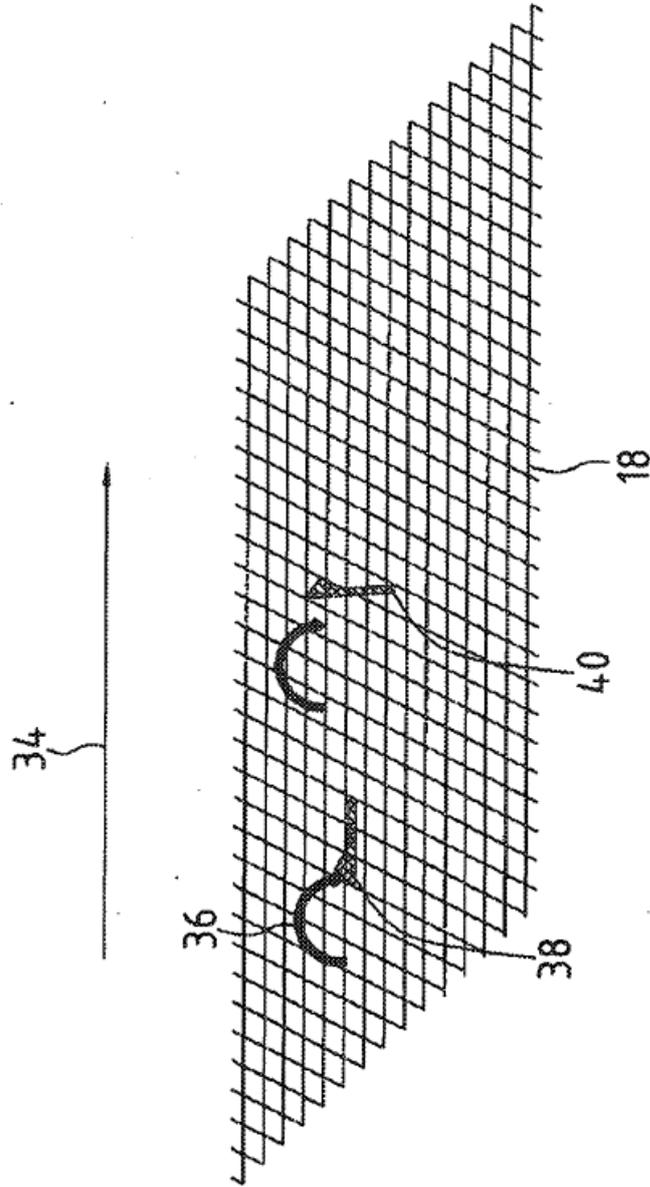


Fig.3

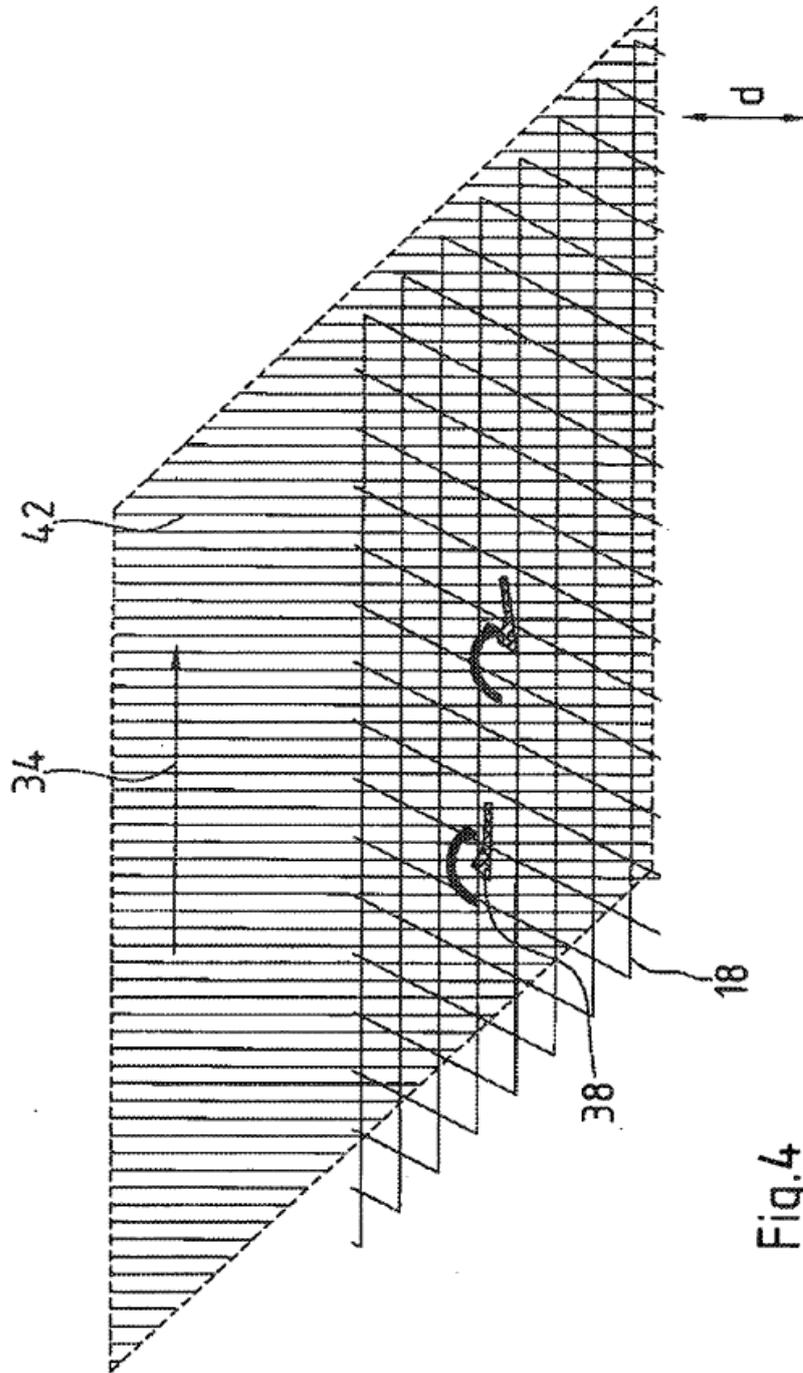


Fig.4

Fig.5

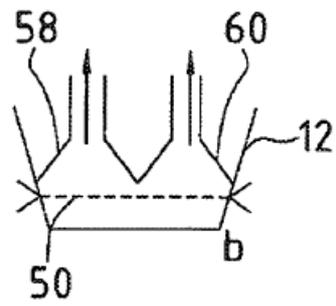
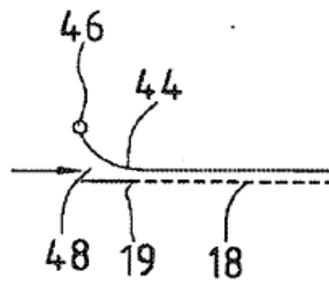


Fig.6



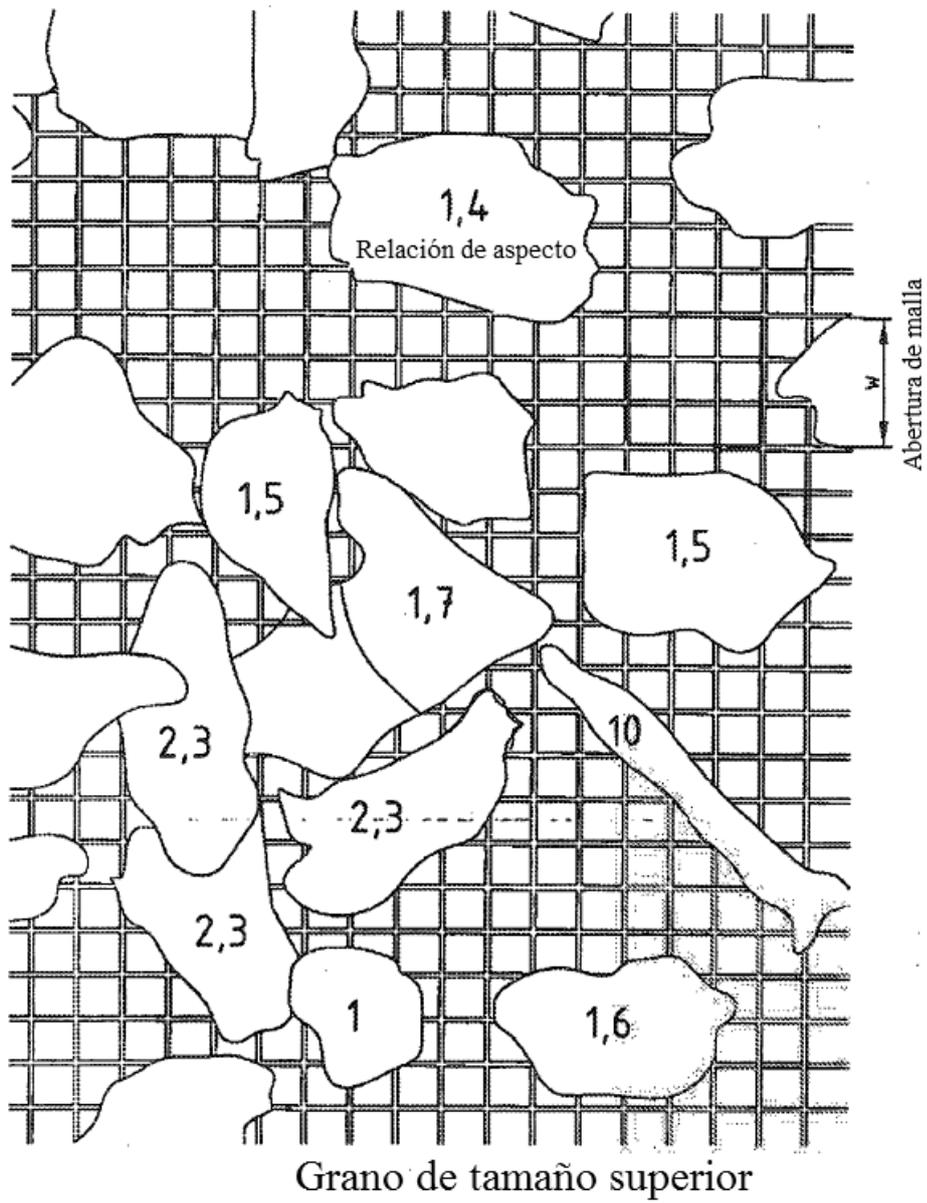


Fig.7

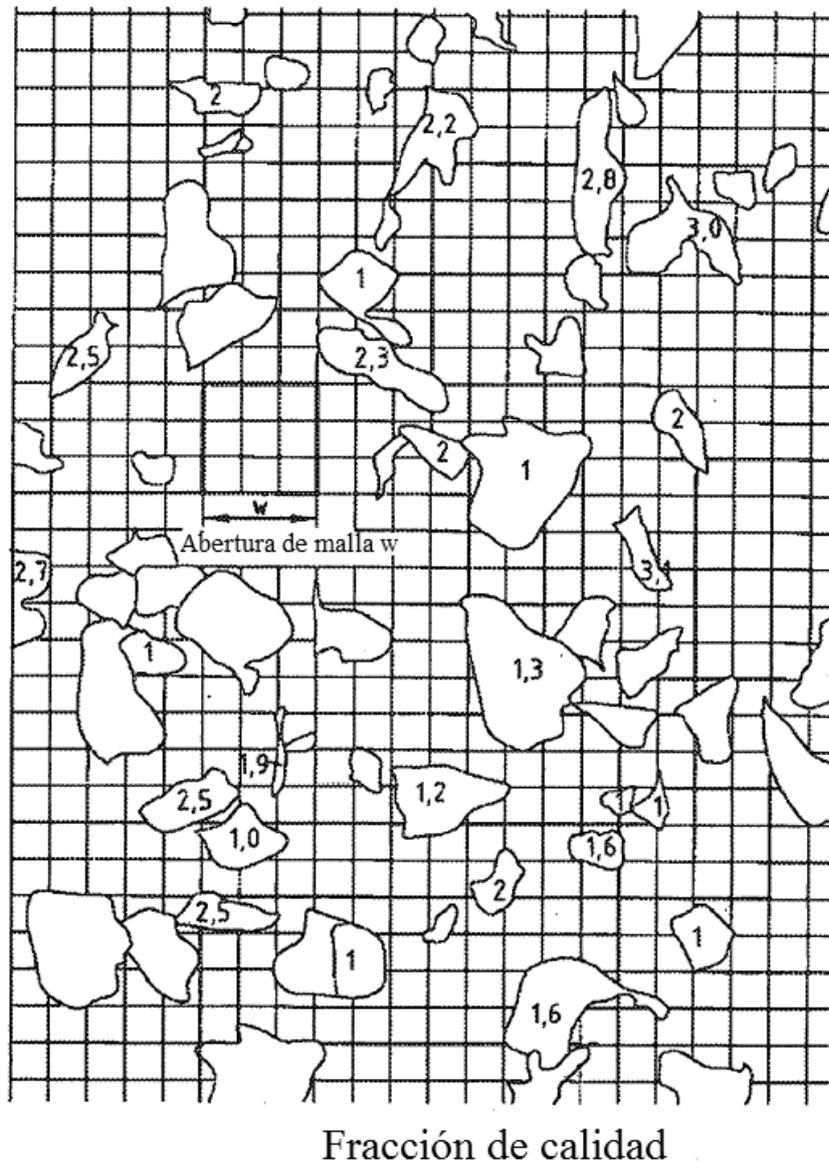


Fig.8