

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 648**

51 Int. Cl.:

**B07B 7/083** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2017** **E 18203588 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 3461565**

54 Título: **Separador**

30 Prioridad:

**11.04.2016 DE 102016106588**

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

**30.10.2024**

73 Titular/es:

**NEUMAN & ESSER PROCESS TECHNOLOGY  
GMBH (100.0%)  
52531 Übach-Palenberg, DE**

72 Inventor/es:

**GALK, JOACHIM;  
MINGERS, THOMAS y  
GIERSEMEHL, MARC**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 984 648 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

Separador

5 La invención se refiere a un separador de acuerdo con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

10 El documento DE 38 23 380 C2 divulga un separador de este tipo con un plato de dispersión sobre el que se aplica centralmente el material que ha de ser tratado. A través de la circunferencia del plato de dispersión están fijados, de forma rígida u libremente oscilante por debajo del borde exterior, elementos percutores que sobresalen en el lado superior y radialmente hacia fuera. El plato de dispersión es accionado independientemente de la cesta de barras. Sobre el plato de dispersión está dispuesto en el centro un cono de alimentación que tiene la función de desviar el material alimentado que cae al plato de dispersión. A causa de las fuerzas centrífugas, el material alimentado resbala hacia el borde del plato de dispersión, siendo sometido el material alimentado al mismo tiempo a una componente de movimiento en la dirección de giro del plato de dispersión. En el borde del plato de dispersión, el material alimentado incide sobre los elementos percutores dispuestos sobre el plato de dispersión, de modo que los agregados se rompen en este punto.

20 Después de caer del plato de dispersión, las partículas del material alimentado inciden sobre elementos percutores adicionales del plato de dispersión que sobresalen hacia fuera.

También a la circunferencia de la jaula de barras pueden estar fijados elementos percutores. Por medio de chapas de guía que están dispuestas en el lado interior de la carcasa del separador por encima de la zona de separación entre la jaula de barras y la corona de álabes de guía, el material debe ser guiado de manera concentrada al circuito de percusión de los elementos percutores de la jaula de barras. A pesar de diversas medidas, la desaglomeración no es satisfactoria.

30 El documento DE 43 02 857 A1 divulga un dispositivo de limpieza para limpiar una mezcla de granos, que presenta un divisor de dispersión al que están fijadas tanto una cubierta como un cono truncado que a su vez lleva un cono. No están previstos elementos percutores.

35 El documento WO 2014/124899 A1 describe un separador que presenta componentes incorporados en la zona de separación entre el sistema de guía de aire y la cesta del rotor, que están destinados a provocar que las partículas de material alimentado aglomerado se desagloren al menos parcialmente. Con ello se pretende hacer posible una separación más eficiente. Los componentes incorporados están dispuestos de tal manera que se extienden paralelamente al eje de rotación de la cesta de rotor o forman un ángulo con el eje de rotor. Los componentes incorporados, que también pueden estar formados por zonas finales de los álabes de guía del sistema de guía de aire, forman cuellos de botella o estrangulaciones en la dirección circunferencial de la zona de separación.

40 El documento DE 199 61 837 A1 asimismo da a conocer componentes incorporados en forma de aletas de guía que sobresalen a la zona de separación y que se extienden paralelamente al eje de la pieza de rotor dinámica.

45 El documento EP 1 529 568 B1 divulga un separador ciclónico en el que la sección transversal de flujo en la dirección de flujo del producto está restringida en al menos un punto antes de la zona de separación. Para ello se utilizan diafragmas como, por ejemplo, anillos cónicos, que pueden estar instalados en varios puntos de la zona de separación.

El documento FR 2597766 A1 divulga un separador que presenta una chapa de guía vertical, así como una rueda separadora que presenta alas separadoras y medios de ajuste para ajustar una distancia S entre las alas separadoras y los medios de ajuste. Entre las alas y los medios de ajuste se forma un espacio de separación.

50 El documento US 6 276 534 B1 divulga un separador que presenta una rueda separadora que presenta alas colocadas oblicuamente entre placas. Las placas están ensanchadas más allá de una disposición de ala radialmente hacia fuera mediante secciones anulares inclinadas. Estas secciones envuelven con la disposición de ala un espacio anular que se denomina espacio separador. Este espacio separador tiene una abertura situada radialmente por fuera.

55 El documento EP 2 204 240 A1 divulga un separador de dos fases, que presenta un separador estacionario y un separador giratorio. El separador está dispuesto sobre un molino. Se dirige aire caliente secado al molino, con lo cual se genera un flujo de partículas gaseosas ascendente que se introduce en la zona de separación entre la pared de carcasa y el separador estacionario. Una parte de las partículas incide sobre las aletas estacionarias, de modo que estas partículas se desvían hacia fuera. El resto de la mezcla de partículas gaseosas entra en el espacio entre el separado estacionario y el separador giratorio, donde tiene lugar una segunda separación.

65 El documento EP 0 442 788 A2 divulga un separador que presenta un rotor que está equipado con un gran número de alas distribuidas uniformemente por su circunferencia. El rotor está rodeado por una fila circular de álabes de guía verticales, que están dispuestos a una distancia uniforme alrededor del rotor. Estos álabes de guía son recorridos por un flujo de partículas gaseosas. El espacio entre los álabes y el rotor sirve de espacio de separación.

El documento DE 38 08 022 A1 divulga un separador con eje vertical, que presenta en una carcasa una corona de álabes de guía exterior para guiar un flujo de partículas gaseosas que viene de abajo hacia un espacio de separación envuelto por la corona de álabes de guía.

- 5 La invención tiene el objetivo de proporcionar un separador, cuya precisión de separación sea superior a la de los separadores del estado de la técnica.

$$K = \frac{x_{25}}{x_{75}}$$

Por precisión de separación o grado de separación se entiende la relación  $K = \frac{x_{25}}{x_{75}}$ , donde  $x_{25}$  y  $x_{75}$  designan los tamaños de partícula de las partículas cuya proporción es de 25 % o 75 %.

- 10 Este objetivo se consigue con un separador de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

- 15 El separador presenta una rueda separadora que presenta álabes de rueda separadora y un sistema de guía de aire que presenta álabes de guía para suministrar aire de separación, en donde entre la rueda separadora y el sistema de guía de aire está dispuesto un espacio de separación anular.

Tales separadores se denominan también separadores de rueda desviadora.

- 20 Los álabes de guía son chapas de guía que se extienden hasta dentro del espacio de separación en dirección vertical.

Debido a que preferentemente un cono de alimentación está dispuesto de forma estacionaria en la carcasa, las partículas del material alimentado y en particular los aglomerados del material alimentado solo tienen una componente de movimiento vertical y otra radial.

- 25 Cuando los aglomerados resbalan bajando del cono de alimentación, los aglomerados son alcanzados y rotos por los álabes de dispersión del plato de dispersión que gira debajo del cono de alimentación. Los álabes de dispersión están dispuestos en el lado superior del plato de dispersión, de forma distribuida por la circunferencia del plato de dispersión.

- 30 Preferentemente, están previstas cuatro a veinte álabes de dispersión. Cuanto menor sea la velocidad angular  $\omega$  del plato de dispersión, mayor será el número de álabes de dispersión a elegir.

- 35 El efecto de percusión de los álabes de dispersión es significativamente mayor que en el estado de la técnica, porque los aglomerados todavía no tienen una componente de movimiento en la dirección de giro del plato de dispersión al incidir en los álabes de dispersión. La precisión de separación del separador mejora significativamente, porque no solo se desaglomera una cantidad significativamente mayor de aglomerados, sino que los aglomerados también se descomponen casi por completo en sus partículas individuales originales.

- 40 El cono de alimentación presenta preferentemente un ángulo de apertura  $\beta$  de  $45^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$ . En este caso, se trata de un cono puntiagudo que tiene la ventaja de que la pendiente de la superficie del cono es grande y, de esta manera, las partículas del material alimentado se ralentizan solo poco en su movimiento vertical antes de incidir en los álabes de dispersión.

- 45 Preferentemente, el cono de alimentación tiene en su borde de cono un radio  $R_1$  para el que es aplicable  $0,5 \times R_2 < R_1 < R_2$ , donde  $R_2$  designa el radio del plato de dispersión. Si se mantiene esta relación, se asegura que el borde de cono del cono de alimentación se extienda lo máximo posible hasta el borde del plato de dispersión y que, de esta manera, las partículas del material alimentado incidan en una zona del plato de dispersión y de los álabes de dispersión, que tiene una velocidad de trayectoria  $v$  correspondientemente alta.

- 50 El impulso  $p = m \times v$  que actúa sobre los aglomerados es mayor cuanto mayor es la velocidad de trayectoria  $v$ . Por lo tanto, resulta ventajoso elegir lo más grande posible el radio  $R_2$  del plato de dispersión, porque entonces también el radio  $R_1$  del borde de cono puede elegirse dentro del intervalo  $0,5 \times R_2$  a  $R_2$ . La velocidad de trayectoria  $v$  en el extremo radialmente exterior de los álabes de dispersión se encuentra preferentemente en el intervalo de 40 m/s a 150 m/s, en particular en el intervalo de 80 m/s a 150 m/s.

- 55 Por otro lado,  $R_1$  no debe elegirse demasiado grande para que los aglomerados que caen del cono de alimentación no pasen más allá del borde del plato de dispersión a causa de su velocidad radial. Por lo tanto, resulta preferente elegir  $R_1 < 0,9 \times R_2$ , en particular,  $R_1 < 0,8 \times R_2$ .

- 60 Preferentemente, el radio  $R_3$  de la circunferencia interior de los álabes de dispersión es  $R_3 \leq R_1$ . La circunferencia interior de los álabes de dispersión se refiere al círculo en el que se encuentran las superficies interiores de los álabes de dispersión, que están orientados radialmente hacia el punto central del plato de dispersión.

De esta manera, queda garantizado que el borde de cono de alimentación también se extienda hasta dentro de la zona de los álabes de dispersión, de modo que, al caer del cono de alimentación, las partículas y, por tanto, también

## ES 2 984 648 T3

los aglomerados, sean alcanzadas primero por los álabes de dispersión antes de incidir en el lado superior del plato de dispersión.

5 Preferentemente la distancia  $A_1$  entre el borde de cono del cono de alimentación y los álabes de dispersión del plato de dispersión es  $0 < A_1 \leq 30$  mm y de manera particularmente preferente de 5 mm a 30 mm, en particular de 5 mm a 25 mm. La ventaja de una reducida distancia  $A_1$  es que los aglomerados del material alimentado son alcanzados y destrozados por los álabes de dispersión inmediatamente tras abandonar el cono de alimentación.

10 Cada álabe de dispersión tiene preferentemente una superficie de dispersión que está dispuesta perpendicularmente a la dirección de rotación del plato de dispersión. Esto tiene la ventaja de que se aplica la máxima fuerza sobre los aglomerados incidentes del material alimentado.

15 Preferentemente, los álabes de dispersión son placas que se elevan sobre el lado superior del plato de dispersión y se extienden en direcciones radiales.

20 Preferentemente, en la carcasa está previsto un anillo de impacto que presenta elementos de impacto distribuidos por la circunferencia que sobresalen en dirección al plato de dispersión. El anillo de impacto está dispuesto preferentemente de forma estacionaria en la carcasa. Preferentemente, están previstos 24 o más de 24 elementos percutores.

25 Las partículas del material alimentado, que son lanzadas hacia fuera por el anillo de impacto debido a las fuerzas centrífugas, no solo inciden en el anillo de impacto, sino también en los elementos de impacto debido a su componente de movimiento en la dirección de giro del plato giratorio. La ventaja del anillo de impacto con los elementos de impacto consiste en que los aglomerados que aún no hayan sido desintegrados completamente en sus partículas individuales por los álabes de dispersión del plato de dispersión pueden ser desmenuzados eficazmente en esta segunda etapa de dispersión. Esto mejora aún más la desaglomeración.

30 La distancia  $A_2$  entre los elementos de impacto y el plato de dispersión es preferentemente  $0 < A_2 \leq 30$  mm, en particular,  $10 \text{ mm} \leq A_2 \leq 30 \text{ mm}$ .

35 Los elementos de impacto están configurados y dispuestos de tal manera que están al menos opuestos a los álabes de dispersión. Esto significa que la extensión vertical de los elementos de impacto es tan grande que corresponde al menos a la altura de los álabes de dispersión. De esta manera, se asegura que la mayor cantidad posible de partículas del material alimentado que abandonan el plato de dispersión sean alcanzadas por los elementos de impacto.

40 Preferentemente, el plato de dispersión está fijado a la rueda separadora. La ventaja consiste en que el plato de dispersión no requiere accionamiento propio y es accionado por la rueda separadora. El plato de dispersión tiene por tanto la misma velocidad angular que la rueda separadora.

45 Por la rueda separadora giratoria es generado un flujo circular en el espacio de separación, y el material es llevado radialmente hacia afuera debido a la fuerza centrífuga. Al mismo tiempo, por el aire introducido por el sistema de guía de aire, a las partículas del material alimentado se confiere una componente de movimiento en dirección a la rueda separadora.

50 Se ha demostrado que el material alimentado, en particular también el material alimentado desaglomerado, tiende a formar hebras delante y dentro del espacio de separación, que perjudican la clasificación.

55 Por hebras se entiende una acumulación de partículas en un flujo de gas, que se forma como consecuencia de la desmezcla, por ejemplo, por la acción de la fuerza de gravedad y la fuerza centrífuga. Las hebras son causadas por exceder la capacidad de carga del gas para las partículas sólidas. Por lo tanto, en la hebra están contenidas también partículas más pequeñas que, de lo contrario, entrarían en el material fino con el flujo de aire en caso de cargas reducidas de sólidos.

60 Por las chapas de guía que sobresalen hasta dentro del espacio de separación se produce un aflojamiento selectivo de las hebras, de modo que es posible una separación mejorada, en particular de las partículas finísimas, sin perjudicar la separación restante.

65 Las chapas de guía que sobresalen hasta dentro del espacio de separación no solo se disuelven en hebras, sino que también somete las partículas del material alimentado a una componente de movimiento adicional en dirección a la rueda separadora.

Mediante estas medidas se mejora la precisión de separación del separador.

Preferentemente, el sistema de guía de aire presenta ventanas de aire, estando dispuesta en al menos un borde de las ventanas de aire una chapa de guía.

## ES 2 984 648 T3

El sistema de guía de aire presenta preferentemente una pared anular en la que están dispuestas las ventanas de aire. El aire que entra a través de las ventanas de aire es desviado por las chapas de guía, lo que influye en el flujo hacia el espacio de separación.

5 Las chapas de guía cumplen por tanto dos objetivos. Tanto las partículas del material alimentado como el aire de separación entrante se ven influenciados de la manera deseada. Mediante el ángulo de inclinación y de las chapas de guía pueden ajustarse de manera selectiva ambos flujos. El ángulo de inclinación y se tiende entre las chapas de guía en la dirección de flujo de la mezcla de partículas y aire en el espacio de separación y el radio interior  $R_L$  del sistema de guía de aire. Los ángulos  $\gamma$  son preferentemente los mismos para todas las chapas de guía.

10 Preferentemente, las chapas de guía están dispuestas en los bordes opuestos de las ventanas de aire. Por lo tanto, cada ventana de aire presenta dos chapas de guía, por lo que el flujo de aire entrante se puede introducir de manera aún más selectiva.

15 Los extremos de las chapas de guía preferentemente están situadas a una distancia entre sí, es decir, los extremos de las chapas de guía preferentemente no se tocan.

20 Preferentemente, las dos chapas de guía que están dispuestas en cada ventana de aire están orientadas paralelamente entre sí respectivamente. Estos pares de chapas de guía forman un canal de aire que preferentemente tiene un ancho constante.

Preferentemente, las chapas de guía con el radio  $R_L$  del sistema de guía de aire tienen un ángulo de inclinación  $\gamma$  que se sitúa en el intervalo de  $30^\circ$  a  $60^\circ$ , de manera particularmente preferente en el intervalo de  $40^\circ$  a  $50^\circ$ .

25 Las chapas de guía preferentemente son elementos de guía planos rectangulares.

30 Las chapas de guía están realizadas de forma curvada en dirección hacia la rueda separadora. El ángulo de inclinación  $\gamma$  y de la chapa de guía curvada se tiende entre la tangente T en el centro de la superficie exterior de la chapa de guía y el radio interior  $R_L$  del sistema de guía de aire en la dirección de flujo del flujo de aire de partículas. La dirección de flujo del flujo de aire de partículas está definida por la dirección de giro de la rueda separadora. La forma de realización curvada de las chapas de guía tiene la ventaja de que el flujo de aire de partículas es dirigido de manera aún más efectiva hacia la rueda separadora.

35 Preferentemente, las chapas de guía tienen un solo radio de curvatura  $R_4$ .

De acuerdo con otra forma de realización, está previsto que las chapas de guía están curvadas de tal manera que el radio de curvatura  $R_4$  disminuye en dirección a la rueda separadora.

40 Para el radio de curvatura es aplicable preferentemente  $5 \text{ mm} \leq R_4 \leq 2000 \text{ mm}$ .

De acuerdo con otra forma de realización está previsto que las chapas de guía estén curvadas de tal manera el radio de curvatura  $R_4$  disminuya en dirección a la rueda separadora.

45 Para el radio de curvatura es aplicable, preferentemente,  $5 \text{ mm} \leq R_4 \leq 2000 \text{ mm}$ .

Preferentemente, el sistema de guía de aire presenta al menos un anillo cónico con un elemento de guía de partículas que sobresale hasta dentro el espacio de separación y presenta una primera superficie cónica.

50 El flujo de aire de partículas no solo tiene una componente de movimiento horizontal, sino también una componente de movimiento vertical a causa de la gravitación. La sección transversal de flujo del espacio de separación en la dirección de movimiento vertical está restringida por el anillo cónico, por lo que el flujo de aire de partículas es desviado por la superficie cónica del elemento de guía de partículas en dirección a la rueda separadora. Esta medida también contribuye a una mejora de la precisión de separación del separador.

55 Preferentemente, la superficie cónica está dispuesta en el lado superior del elemento de guía de partículas y forma con un eje vertical  $L_v$  un ángulo  $\alpha$  de  $10^\circ < \alpha < 90^\circ$ , de manera particularmente preferente  $20^\circ < \alpha < 80^\circ$ .

60 Preferentemente, la distancia  $A_4$  entre la circunferencia interior del sistema de guía de aire y la circunferencia exterior de la rueda separadora  $A_4 = \frac{1}{2} \cdot D_s (V - 1)$ , donde  $V = D_L/D_S$  con  $1,01 \leq V \leq 1,2$  y  $D_s$  designa el diámetro exterior de la rueda separadora y  $D_L$  el diámetro interior del sistema de guía de aire. Se ha demostrado que la clasificación y separación de la parte de polvo finísimo residual se puede mejorar adicionalmente si para esta distancia  $A_4$ , que describe el ancho del espacio de separación, se respetan determinados valores límite, que se definen por la relación  $V = D_L/D_S$ . Preferentemente, la relación  $V$  es el diámetro  $D_L/D_S$   $1,05 \leq V \leq 1,1$ .

65 Preferentemente, para la distancia  $A_3$  del borde interior de los elementos guía de partículas y/o de los extremos de las chapas de guía con respecto a la circunferencia interior de la rueda separadora es aplicable  $0,005 \times A_4 \leq A_3 \leq 0,5 \times$

A4.

Preferentemente, el elemento de guía de aire presenta al menos una ranura de aire circunferencial horizontal. Esta ranura de aire horizontal puede extenderse parcialmente o por toda la circunferencia del sistema de guía de aire. De esta manera, resultan unas velocidades radiales más altas del aire de separador de hasta 30 m/s, con las que el material alimentado es guiado a la rueda separadora.

A continuación se explicarán más detalladamente formas de realización preferentes de la invención con la ayuda de los dibujos esquemáticos adjuntos. Muestran:

- 10 La figura 1 un separador en sección vertical,
- la figura 2 una sección vertical a través de la zona superior del separador representada en perspectiva,
- 15 la figura 3 una vista en planta desde arriba del separador,
- la figura 4 una sección vertical a través del cono y el plato de dispersión del separador de acuerdo con la figura 1,
- 20 la figura 5 un fragmento de la figura 4 en representación ampliada,
- la figura 6 una sección horizontal a través de una rueda separadora y un sistema de guía de aire de acuerdo con una forma de realización,
- 25 la figura 7 una representación en perspectiva de un sistema de guía de aire de acuerdo con otra forma de realización adicional,
- la figura 8a la vista en planta desde arriba del sistema de guía de aire mostrado en la figura 7, estando representada la rueda separadora,
- 30 las figuras 8b,c la vista en planta desde arriba de un sistema de guía de aire con una rueda separadora, de acuerdo con dos formas de realización con chapas de guía curvadas,
- la figura 9 un fragmento ampliado de la figura 8a,
- 35 la figura 10 otra forma de realización de un sistema de guía de aire con una rueda separadora en una vista en planta desde arriba,
- la figura 11 una sección a través de un sistema de guía de aire de acuerdo con otra forma de realización con un anillo cónico,
- 40 la figura 12 una sección a través de uno de los anillos cónicos mostrados en la figura 11,
- la figura 13 una sección vertical ampliada a través del sistema de guía de aire y una rueda separadora asociada,
- 45 y
- la figura 14 un diagrama de las curvas de distribución acumulativa  $Q_3$  para explicar el rendimiento y la precisión de separación del separador.

50 En la figura 1 está representado en sección transversal un separador 1. El separador 1 presenta una carcasa 2 que presenta un tubo de llenado 6 y está dividida en una parte de carcasa superior 3 y una parte de carcasa inferior 5. En la parte de carcasa superior 3 que es sustancialmente cilíndrica se encuentra una rueda separadora 60 con álabes de rueda separadora 62 así como un sistema de guía de aire 70 con tres anillos guía de álabes 72. Entre la rueda separadora 80 y el sistema de guía de aire 70 se encuentra el espacio de separación 18. A la rueda separadora 60 está fijado un plato de dispersión 30 que de esta manera es accionado por la rueda separadora 60.

En su lado superior 31 (véase también la figura 2), el plato de dispersión 30 tiene en la zona de borde álabes de dispersión 40 que se componen sustancialmente de plaquitas de metal rectangulares que sobresalen hacia arriba del lado superior 31 del plato de dispersión 30 y se extienden hasta el borde 33 del plato de dispersión 30. Encima del plato de dispersión está fijado de forma estacionaria a la carcasa alojamiento 2 un cono de alimentación 20.

La parte de carcasa superior 3 presenta una tapa de separador 4 en la que está dispuesto el tubo de llenado 6 con la abertura de llenado 7 para el material alimentado. El material alimentado se introduce en el separador 1 a través del tubo de alimentación 6 e incide allí en el cono de alimentación 20.

65 En la parte inferior de carcasa 5 está dispuesto el árbol de accionamiento 13 para la rueda separadora 60 que es

## ES 2 984 648 T3

accionada en el extremo inferior por un equipo de accionamiento 12. La parte de carcasa inferior 5 tiene además un tubo de salida con la abertura de salida 9 para descargar el material fino. En el extremo inferior de la parte de carcasa inferior 5 cónica están dispuestos un ventilador aspirante 11 y la salida 10 para el material grueso.

5 La figura 2 muestra una sección detallada a través de la zona de la carcasa 3.

El cono de alimentación 20 sobresale con su punta de cono 26 al interior del tubo de llenado 6 estando fijado allí a la boca de llenado 6 por medio de un elemento de fijación 22.

10 El plato de dispersión 30 está circundado por un anillo de impacto 50 que presenta en su superficie interior 52 elementos percutores 54 que sobresalen de la superficie interior 52 en dirección al plato de dispersión 30. Los elementos percutores 54 están distribuidos sobre la superficie interior 52 del anillo de impacto 50 y se extienden en dirección vertical al menos sobre la altura completa de los álabes de dispersión 40. A continuación del anillo de impacto 50 se encuentra una pared 58 que es cónica hacia arriba.

15 La rueda separadora 60 dispuesta debajo del plato de dispersión 30 presenta una multiplicidad de álabes separadores 62 alineadas verticalmente y está circundada por un sistema de guía de aire 70 con un total de tres coronas de álabes 72.

20 En la figura 3 se muestra la vista en planta desde arriba del separador 1 mostrado en la figura 1, que tiene dos suministros de aire de separación 8a,b dispuestos en la parte de carcasa 3. En el anillo de impacto 50 están dispuestos un total de veinticuatro elementos percutores 54. Los elementos percutores 54 están dispuestos a una distancia del plato de dispersión 30. El plato de dispersión 30 lleva en su lado superior 31 seis álabes de dispersión 40 que en parte se extienden hasta por debajo del cono de alimentación 20. La circunferencia interior de los álabes de dispersión 40 está designada por la línea circular discontinua 44 sobre la que se encuentran las superficies interiores 41 de los álabes de dispersión 40. El radio correspondiente  $R_3$  de la circunferencia interior 44 de los álabes de dispersión 40 también se muestra, al igual que el radio  $R_1$  del borde de cono 24 del cono de alimentación 20.

30 Las figuras 4 y 5 muestran vistas en sección ampliadas de la parte superior del separador 1 que se muestra en la figura 2. El cono de alimentación 20 tiene un ángulo de apertura  $\beta$  de aproximadamente  $85^\circ$ . El cono de alimentación 20 se extiende hasta la zona de los álabes de dispersión 40, de modo que el material alimentado 14 introducido desde arriba a través del tubo de llenado 6 se alimenta directamente a los álabes de dispersión 40. Los aglomerados en el material alimentado 14 están designados por el signo de referencia 15. Los aglomerados 15 al igual que las demás partículas del material alimentado 14 son alcanzados primero por la superficie de dispersión 46 de los álabes de dispersión 40 antes de incidir en el lado superior 31 del plato de dispersión 30.

40 A causa de las fuerzas centrífugas que actúan sobre las partículas del material alimentado 14, las partículas son lanzadas en dirección hacia el anillo de impacto 50, donde inciden en los elementos percutores 54. Los radios  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  están representados en el dibujo, pudiendo apreciarse que el radio  $R_3$  es menor que el radio  $R_1$  es, siendo aplicable para el radio preferentemente  $0,4 \times R_2 \leq R_3 \leq 0,8 \times R_2$ . De esta manera, se asegura que los aglomerados 15 del material alimentado 14 no se extiendan más allá del borde 33 del plato de dispersión 30 al abandonar el cono de alimentación 20, sin incidir en los álabes de dispersión 40.

45 Este hecho se puede ver otra vez claramente en una representación más ampliada de la figura 5.

50 En la figura 5 está representada la distancia  $A_1$  entre el borde de cono del cono de alimentación 20 y la superficie de lado superior 43 del álabes de dispersión 40. Además, está representada la distancia  $A_2$  entre la superficie de borde 34 del plato de dispersión y el elemento de percusión 56. La superficie exterior 42 del álabes de dispersión 40 está desplazada hacia atrás con respecto a la superficie de borde 34 del plato de dispersión 30.

El elemento de percusión 54 se extiende por debajo del plano en el que se encuentra el lado inferior 32 del plato de dispersión 30. La longitud  $L_s$  de los álabes de dispersión 40 está preferentemente en el intervalo de  $0,02 \times R_2 \leq L_s \leq 0,2 \times R_2$ . La altura  $H_s$  se sitúa preferentemente en el intervalo de  $0,01 \times R_2 \leq H_s \leq 0,1 \times R_2$ .

55 En la forma de realización que se muestra aquí, es  $A_1 \approx R_2/6$ . Preferentemente, es  $A_1 < R_2/2$ .

Para la altura  $H_p$  de los elementos percutores 54, preferentemente es aplicable  $0,03 \times R_2 \leq H_p \leq 0,5 \times R_2$ . El ancho  $B_p$  del elemento de percusión 54 es ligeramente menor que la altura  $H_s$  del álabes de dispersión 40.

60 En representación de los aglomerados, se muestra una partícula de aglomerado 15 que resbala hacia abajo por la superficie del cono y es alcanzada por la superficie de dispersión 46 y desintegrada en sus partículas individuales. Las partículas 16 desaglomeradas originadas durante ello inciden en la superficie de percusión 56 del elemento de percusión 54 y allí se desaglomeran aún más.

65 La figura 6 muestra la vista en planta desde arriba de una rueda separadora 60 con álabes de rueda separadora 62 y un sistema de guía de aire 70 correspondiente con álabes de guía de aire 73. El anillo de álabes 72 del sistema de

guía de aire 70 tiene un diámetro interior  $D_L$ . El diámetro exterior de la rueda separadora 60 está designado por  $D_S$ . De ello resulta un ancho  $A_4$  del espacio de separación 18 anular.

5 En la figura 7 está representada otra forma de realización de sistema de guía de aire 70. El sistema de guía de aire 70 presenta dos anillos 79 entre los cuales está dispuesta una pared anular 71 con ventanas de aire 74. Las ventanas de aire 74 están dispuestas uniformemente por toda la circunferencia de la pared anular 71. En la forma de realización representada aquí se trata de ventanas de aire 74 rectangulares que presentan respectivamente en el borde izquierdo 75 álabes de guía de aire 73 en forma de chapas de guía 76. Estas chapas de guía 76 están dispuestas de forma pivotante alrededor de un eje  $L_{SA}$ , de modo que el ángulo de inclinación  $\gamma$ , que se muestra en la figura 9, se puede  
10 ajustar de forma selectiva.

15 En la figura 9, en el espacio de separación 18, indicado por la flecha  $P_2$  se indica la dirección de flujo del flujo de aire de partículas, generado por la rotación de la rueda separadora 60 en la dirección de la flecha  $P_1$ . El ángulo  $\gamma$  está tendido entre el radio interior  $R_L$  del sistema de guía de aire 70 y la chapa de guía 76.

20 En la figura 8a, el sistema de guía de aire 70 de la figura 7 se muestra combinado con una rueda separadora 60.  $P_1$  indica el sentido de giro de la rueda separadora 60. Por  $P_2$  está designada la dirección de flujo del flujo de aire de partículas.

25 En la figura 8b se muestra otra forma de realización en la que las chapas de guía 76 están realizadas de forma curvada. Las chapas de guía 76 tienen un radio de curvatura  $R_4$  uniforme y están dispuestas de forma curvada en dirección a la rueda separadora. El ángulo de inclinación  $\gamma$  se caracteriza por la tangente T que pasa por el centro de la chapa de guía 76 y el radio interior del sistema de guía de aire 70.

30 En la figura 8c se muestra otra forma de realización, en la que las chapas de guía 76 no tienen un radio de curvatura uniforme, sino que tienen un radio de curvatura que disminuye desde fuera hacia dentro. El radio de curvatura  $R_6$  al final de la chapa de guía 76 curvada es menor que el radio de curvatura  $R_5$ .

35 La figura 10 muestra otra forma de realización del sistema de guía de aire 70, en el que, respectivamente de forma opuesta a ambos bordes 75 de las ventanas de aire 74, están dispuestas chapas de guía 77a, 77b. La afluencia de aire está indicada por las flechas dibujadas. Mientras que las chapas de guía 77a están configuradas de forma corta, las chapas de guía 77b están realizadas de forma más larga. En la forma de realización mostrada aquí, las chapas de guía 77a y 77b contiguas de dos ventanas 74 están orientadas respectivamente en paralelo, de modo que se crea un conducto de aire con un ancho constante. Los extremos 77c de las chapas de guía 77a, 77b no se tocan y están  
40 dispuestos a una distancia entre sí.

45 La figura 11 muestra otra forma de realización del sistema de guía de aire 70, en el que tres coronas de álabes 72 están dispuestas una encima de otra, estando dispuesto entre los anillos 79 de coronas de álabes 72 contiguas respectivamente un anillo cónico 80. Además, en este sistema de guía de aire 70 está prevista una ranura de aire 78 anular horizontal, a través de la cual se introduce aire de separación en el espacio de separación 18.

50 En la figura 12 está representado un anillo cónico 80. El anillo cónico 80 tiene un elemento guía de partículas 82 con una primera superficie 84 cónica en el lado superior y una segunda superficie 86 cónica en el lado inferior. El ángulo de inclinación de la superficie 84 con respecto a un eje vertical  $L_v$  está designado por  $\alpha$ .

55 La figura 13 muestra el sistema de guía de aire 70 junto con una rueda separadora 60, de modo que se puede ver que los elementos guía de partículas 82 sobresalen hacia dentro del espacio de separación 18. La distancia  $A_3$  del borde interior 88 de los elementos de guía de partículas 84 hasta la rueda separadora está designada por  $A_3$ . Además, están representados los diámetros  $D_L$  y  $D_S$  y la distancia  $A_4$  entre el sistema de guía de aire 70 y la rueda separadora 60.

60 Se llevaron a cabo experimentos con un polvo mineral como material alimentado. Los tamaños de partícula del material alimentado eran  $< 50 \mu\text{m}$ , teniendo el 70 % de las partículas un tamaño  $< 10 \mu\text{m}$  ( $d_{70} = 10 \mu\text{m}$ ). El 20 % de las partículas tenían tamaños de partículas  $< 3 \mu\text{m}$ .

65 Este polvo se clasificó en un separador convencional sin cono de alimentación de acuerdo con la invención y sin plato de dispersión de acuerdo con la invención. La correspondiente curva de distribución acumulativa I se muestra en la figura 14, en la que la distribución acumulativa  $Q_3(x)$  se representa en función del tamaño de grano  $x$ , donde  $Q_3(x) = (\text{masa de partículas} \leq \text{tamaño de partículas } x) / (\text{masa total de todas las partículas})$  (véase "Fine Grinding System with Impact Classifier Mill and Cyclone Classifier" por Giersemehl y Plihal, Power Handling and Processing Vol. 11, No. 3, julio/septiembre 1999). El grado de precisión de separación  $\kappa$  es  $\kappa = 0,51$ .

El mismo polvo se clasificó en un separador de acuerdo con la invención con el cono de alimentación de acuerdo con la invención, el plato de dispersión con álabes de dispersión y un anillo de impacto de acuerdo con las figuras 1 a 5 y un sistema de guía de aire de acuerdo con la figura 6.

La curva de distribución acumulativa II obtenida con el separador de acuerdo con la invención también se muestra en

la figura 14. La curva II se diferencia de la curva I por una precisión de separación mejorada con  $\kappa = 0,56$  y un aumento en el rendimiento de partículas con tamaños de partículas  $< 3 \mu\text{m}$ . El rendimiento para este intervalo de partículas era de 7,3 % con el estado de la técnica (curva I) y de 11,3 % con el separador de acuerdo con la invención (curva II). Este es un aumento de 54,8 % en el rendimiento.

5 Se ha demostrado que el separador de acuerdo con la invención conduce a una desaglomeración significativamente mejor, lo que se refleja en la diferencia de las curvas de distribución acumulativa I y II.

10 Usando un separador de acuerdo con la invención, que presenta adicionalmente el sistema de guía de aire conforme a las figuras 8 y 11, el grado de precisión de separación  $\kappa$  para el mismo material alimentado se puede aumentar hasta  $\kappa = 0,7$ .

**Lista de signos de referencia**

- 1 Separador
- 2 Carcasa
- 3 Parte de carcasa superior
- 4 Tapa de separador
- 5 Parte de carcasa inferior
- 6 Tubo de llenado
- 7 Abertura de llenado de material alimentado
- 8a,b Suministro de aire de separación
- 9 Abertura de salida material fino
  
- 10 Apertura de salida material grueso
- 11 Ventilador aspirante
- 12 Equipo de accionamiento
- 13 Árbol de accionamiento
- 14 Material alimentado
- 15 Aglomerado
- 16 Partículas desaglomeradas
- 18 Cámara de separación
  
- 20 Cono de alimentación
- 22 Elemento de fijación
- 24 Borde de cono
- 26 Punta de cono
  
- 30 Plato de dispersión
- 31 Lado superior
- 32 Lado inferior
- 33 Borde
- 34 Superficie de borde
  
- 40 Álabe de dispersión
- 41 Superficie interior
- 42 Superficie exterior
- 43 Superficie del lado superior
- 44 Circunferencia interior
- 46 Superficie de dispersión
  
- 50 Anillo de impacto

52	Superficie interior del anillo de impacto
54	Elemento de impacto
56	Superficie de impacto
58	Pared cónica
60	Rueda separadora
62	Alabe separadora
70	Sistema de guía de aire
71	Pared anular
72	Corona de álabes
73	Alabes de guía
74	Ventana de aire
75	Borde de la ventana de aire
76	Chapa de guía
77a,b	Chapa de guía
77c	Extremo de chapa de guía
78	Ranura de aire
79	Anillo
80	Anillo cónico
82	Elemento guía de partículas
84	Primera superficie cónica
86	Segunda superficie cónica
88	Borde interior
B <sub>P</sub>	Elemento de impacto ancho
H <sub>P</sub>	Altura del elemento de impacto
H <sub>s</sub>	Altura del álabe de dispersión
L <sub>s</sub>	Longitud del álabe de dispersión
$\alpha$	Ángulo de cono del anillo cónico
$\beta$	Ángulo de apertura del cono de alimentación
$\gamma$	Ángulo de inclinación de la chapa de guía
D <sub>L</sub>	Diámetro interior del sistema de guía de aire
D <sub>s</sub>	Diámetro exterior de la rueda separadora
L <sub>SA</sub>	Eje de pivotamiento vertical
L <sub>V</sub>	Eje vertical
T	Tangente
R <sub>L</sub>	Radio interior del sistema de guía de aire
R <sub>1</sub>	Radio del borde de cono
R <sub>2</sub>	Radio del plato de dispersión
R <sub>3</sub>	Radio de la circunferencia interior de los álabes de dispersión
R <sub>4</sub>	Radio de curvatura
R <sub>5</sub>	Radio de curvatura
R <sub>6</sub>	Radio de curvatura

## ES 2 984 648 T3

A <sub>1</sub>	Distancia desde el borde de cono de alimentación y la superficie del lado superior del álabe de dispersión
A <sub>2</sub>	Distancia entre la superficie interior del elemento de impacto y la superficie de borde del plato de dispersión
A <sub>3</sub>	Distancia entre el extremo de la chapa de guía y la circunferencia exterior de la rueda separadora
A <sub>4</sub>	Distancia entre la circunferencia interior de la corona de guía de aire y la circunferencia exterior de la rueda separadora
P <sub>1</sub>	Sentido de rotación de la rueda separadora
P <sub>2</sub>	Dirección de flujo del flujo de aire de partículas

REIVINDICACIONES

1. Separador (1) con
- 5 - una rueda separadora (60) que presenta álabes de rueda separadora (62) y un sistema de guía de aire (70) que presenta álabes de guía (73) para el suministro de aire de separación, estando dispuesto entre la rueda separadora (60) y el sistema de guía de aire (70) un espacio de separación (18) anular,
- 10 en donde los álabes de guía (73) son chapas de guía (76, 77a, b) que se extienden hasta dentro del espacio de separación (18) en dirección vertical, **caracterizado por que** las chapas guía (76, 77a,b) están realizadas de forma curvada en dirección hacia la rueda separadora (60).
2. Separador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** un plato de dispersión (30) está fijado a la rueda separadora (40).
- 15 3. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el sistema de guía de aire (70) presenta ventanas de aire (74) y por que en al menos un borde (75) de las ventanas de aire (74) está dispuesta una chapa de guía (76).
- 20 4. Separador de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** las chapas de guía (77a,b) están dispuestas en bordes opuestos (75) de las ventanas de aire (74).
5. Separador de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** las chapas de guía (77a,b) están dispuestas respectivamente entre dos ventanas de aire (74) de tal manera que sus extremos (77c) convergen.
- 25 6. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado por que** las dos chapas de guía (77a,b) que están dispuestas en cada ventana de aire (74) están orientadas respectivamente en paralelo entre sí.
7. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** las chapas de guía (76, 77a,b) con el radio  $R_L$  del sistema de guía de aire (70) presentan un ángulo de inclinación  $\gamma$  con  $30^\circ \leq \gamma \leq 60^\circ$ .
- 30 8. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5 o 7, **caracterizado por que** las chapas de guía (76, 77a,b) presentan un solo radio de curvatura  $R_4$ .
- 35 9. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5 o 7, **caracterizado por que** las chapas de guía (76, 77a,b) están curvadas de tal manera que el radio de curvatura  $R_4$  disminuye en dirección a la rueda separadora (60).
10. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que** para el radio de curvatura  $R_4$  es aplicable  $5 \text{ mm} \leq R_4 \leq 2000 \text{ mm}$ .
- 40 11. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el sistema de guía de aire (70) presenta al menos un anillo cónico (80) con un elemento guía de partículas (82) que sobresale hacia dentro del espacio de separación (18) y que presenta una primera superficie cónica (84).
- 45 12. Separador de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** la primera superficie cónica (84) está dispuesta en el lado superior del elemento guía de partículas (82) y forma con un eje vertical  $L_v$  un ángulo  $\alpha$  con  $10^\circ < \alpha < 90^\circ$ .
- 50 13. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** la distancia  $A_4$  entre la circunferencia interior del sistema guía de aire (70) y la circunferencia exterior de la rueda separadora (60) es de
- $$A_4 = \frac{1}{2} \cdot D_S(V-1),$$
- en donde  $V = D_I/D_S$  con  $1,01 \leq V \leq 1,2$  y  $D_S$  designa el diámetro exterior de la rueda separadora (60) y  $D_I$  el diámetro interior del sistema de guía de aire (70).
- 55 14. Separador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por que** el sistema de guía de aire (70) presenta al menos una ranura de aire (78) horizontal circunferencial.

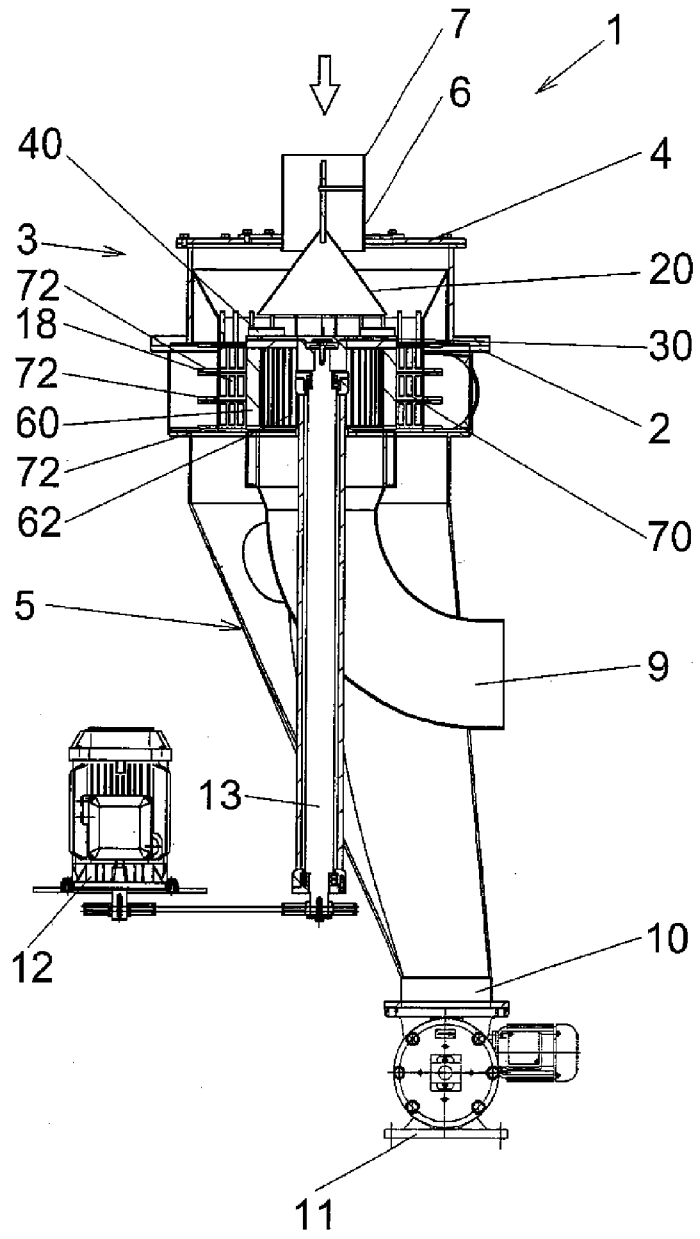


Fig. 1



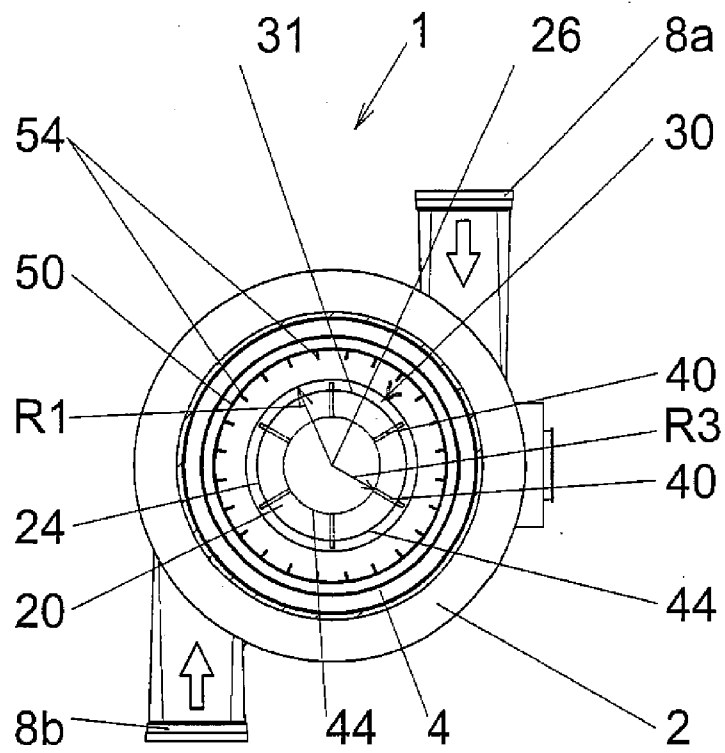


Fig. 3

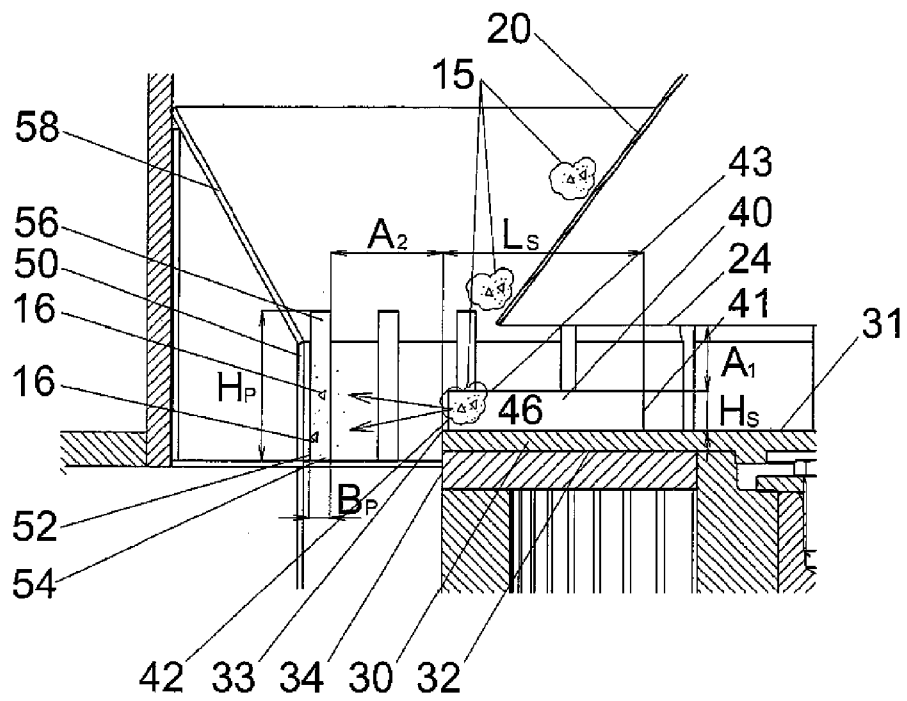


Fig. 5

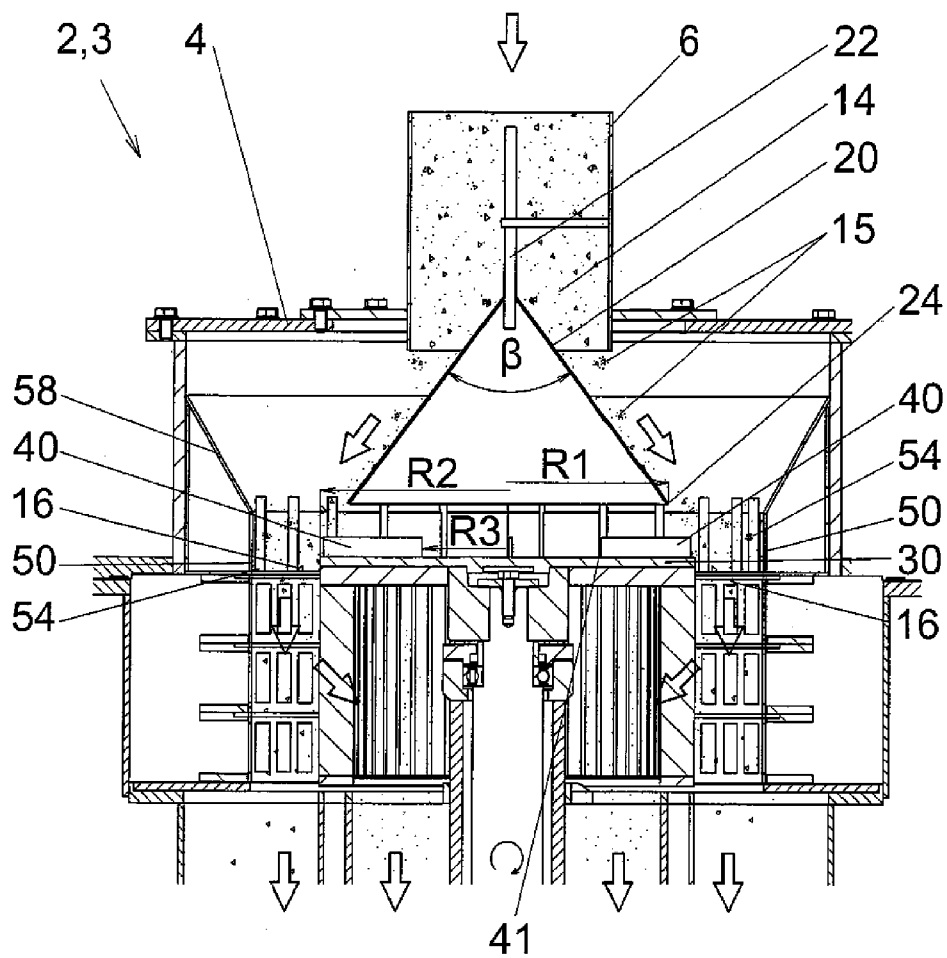


Fig. 4

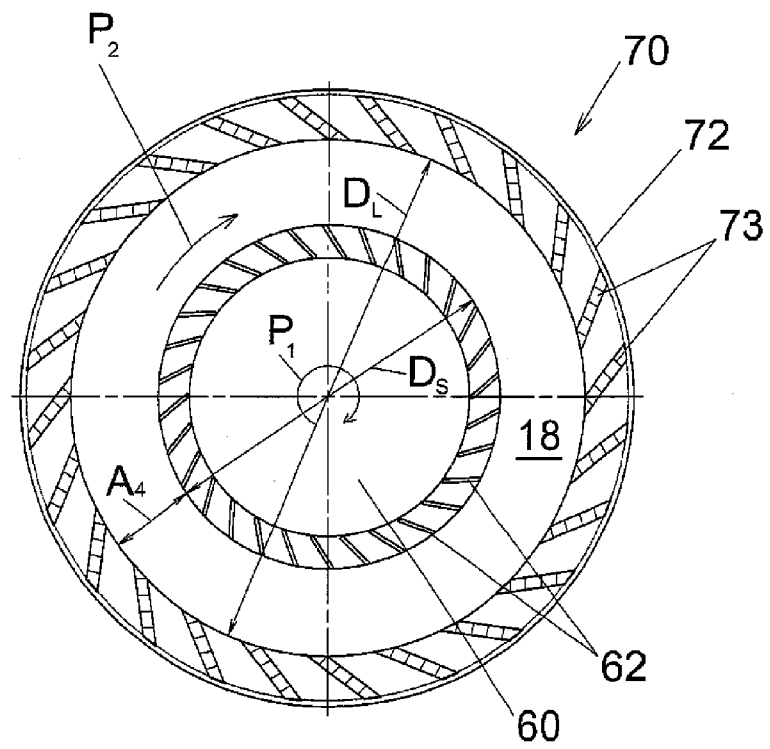


Fig. 6

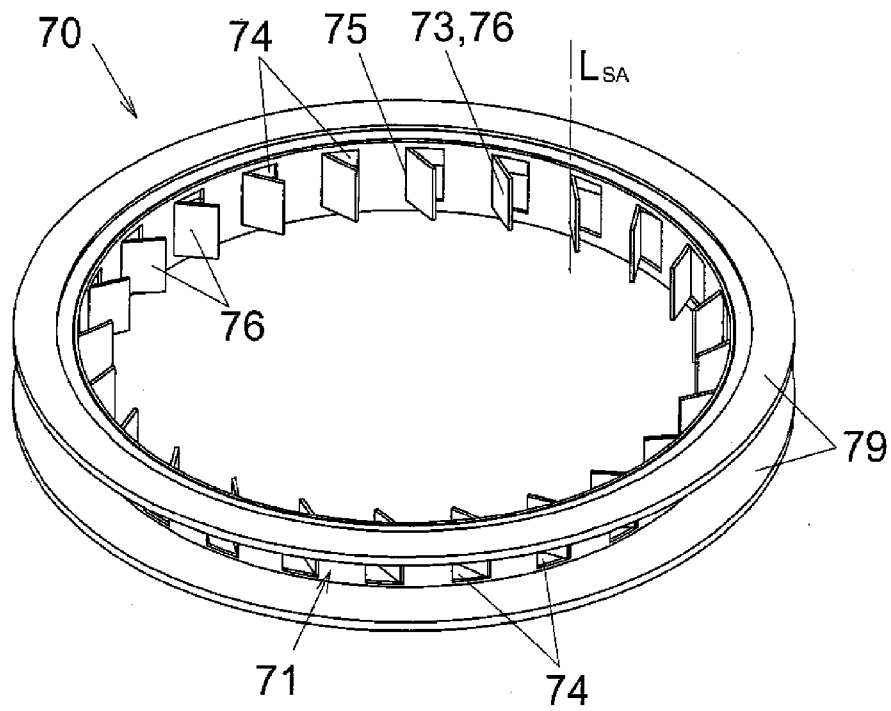


Fig. 7

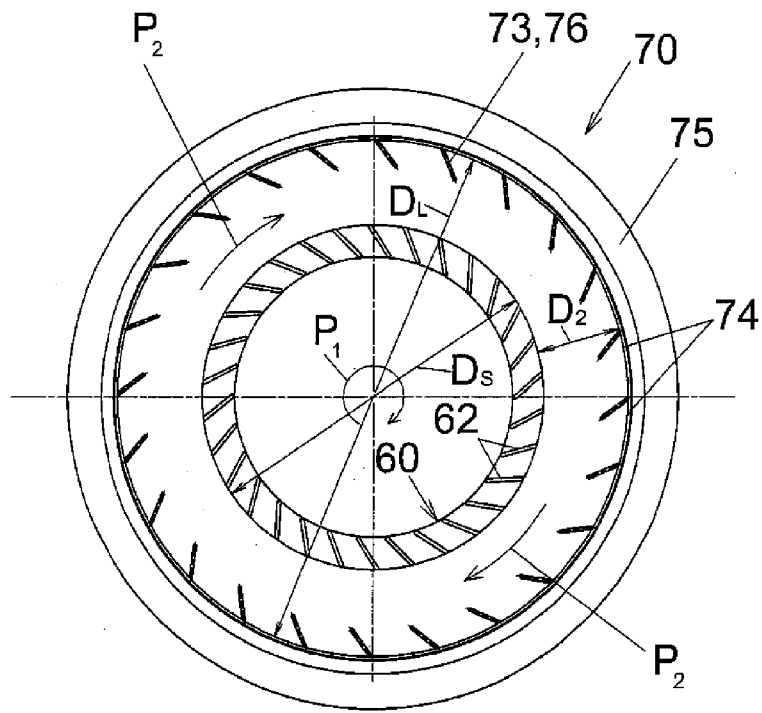


Fig. 8a

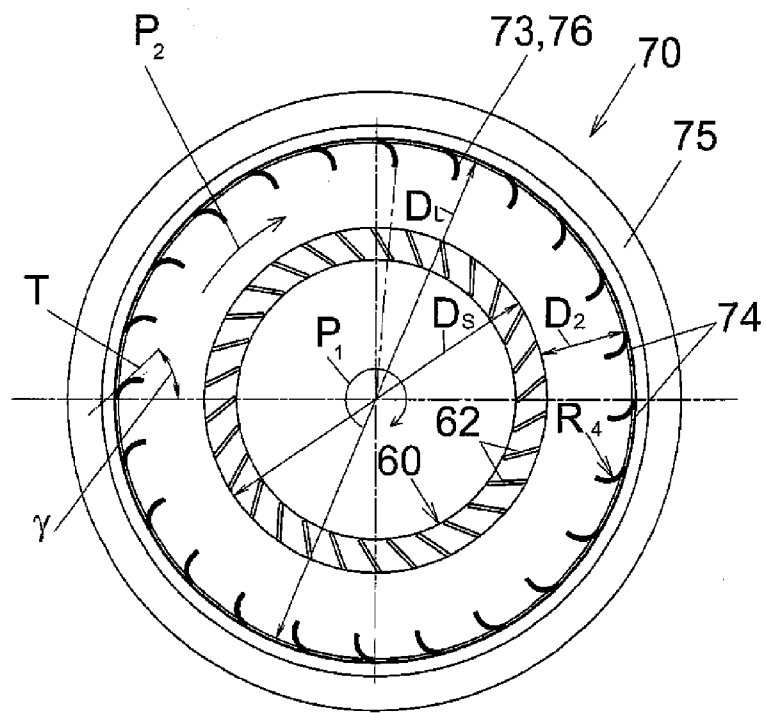


Fig. 8b

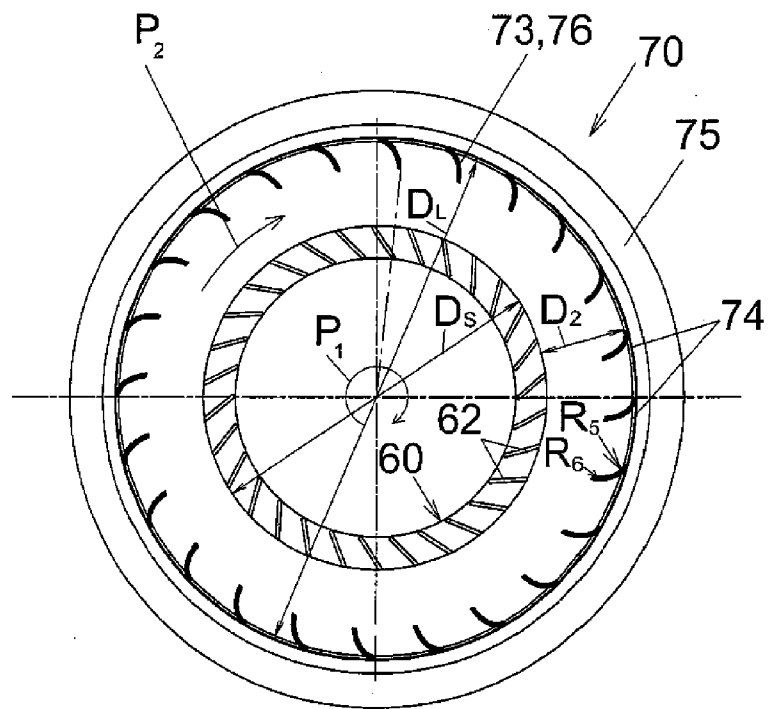


Fig. 8c

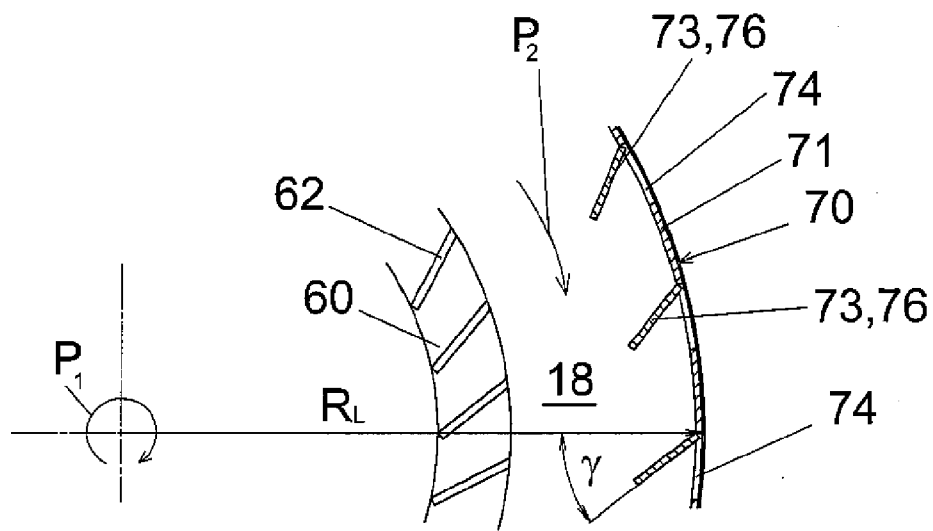


Fig. 9

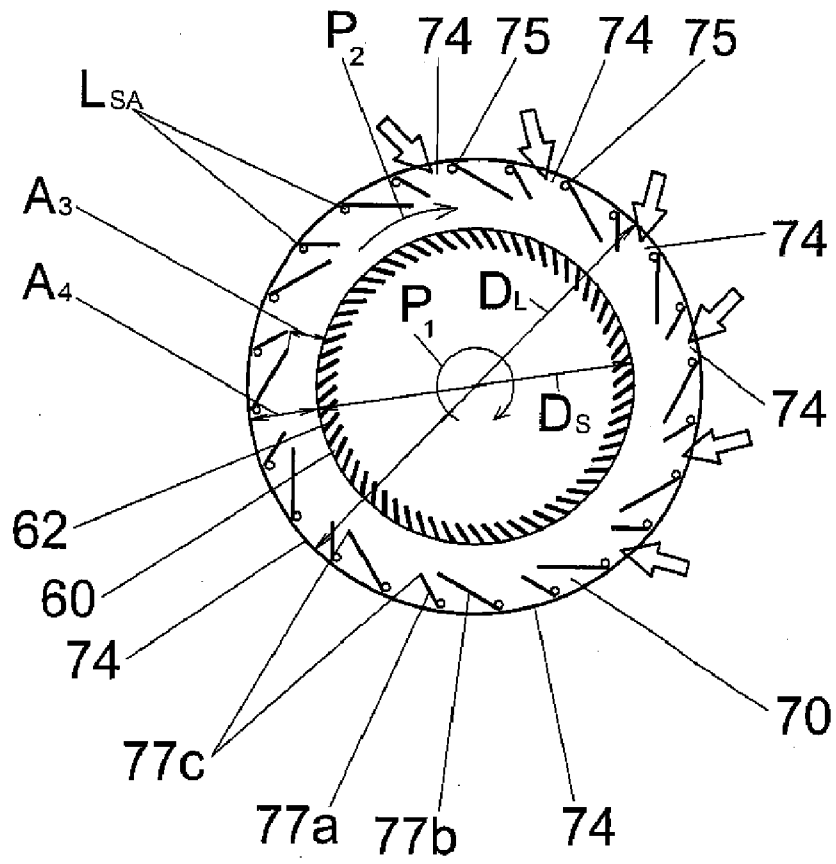


Fig. 10

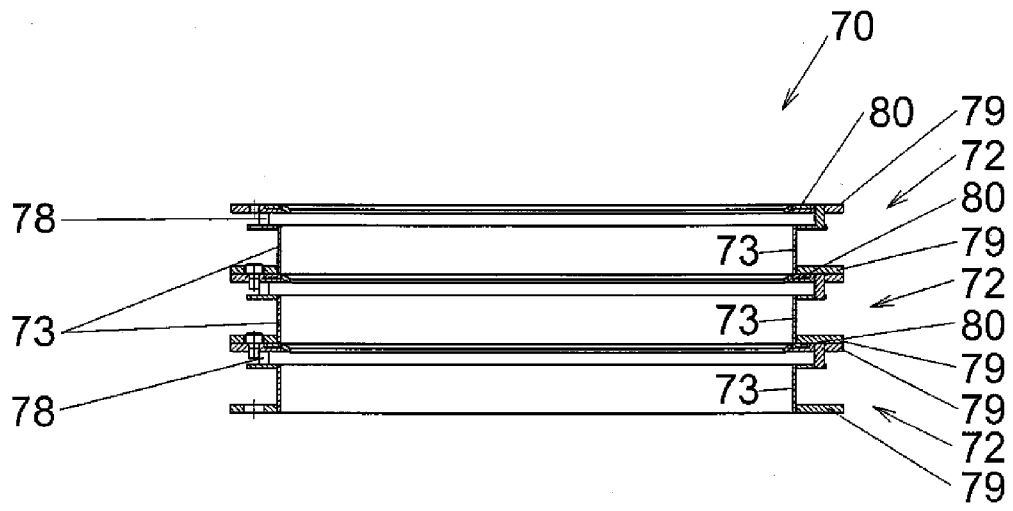


Fig. 11

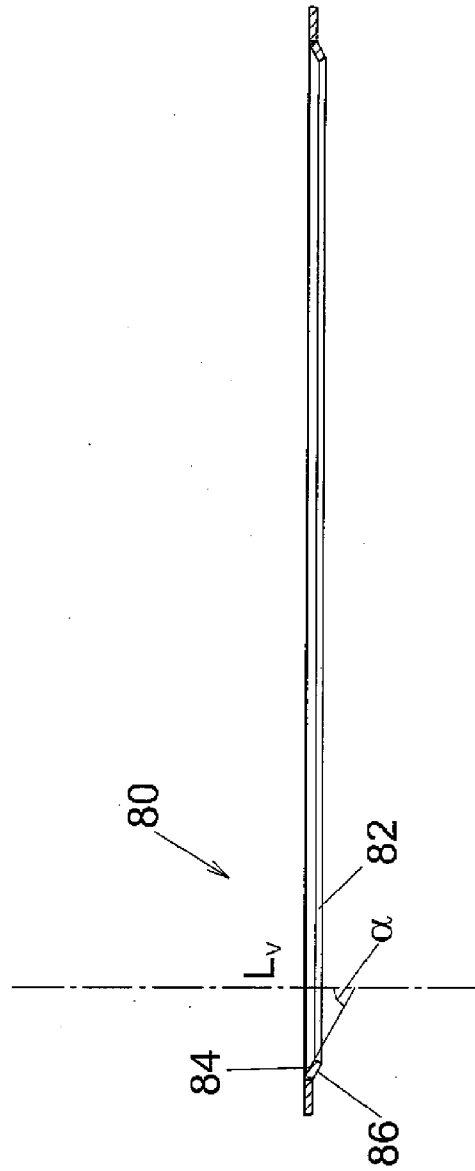


Fig. 12

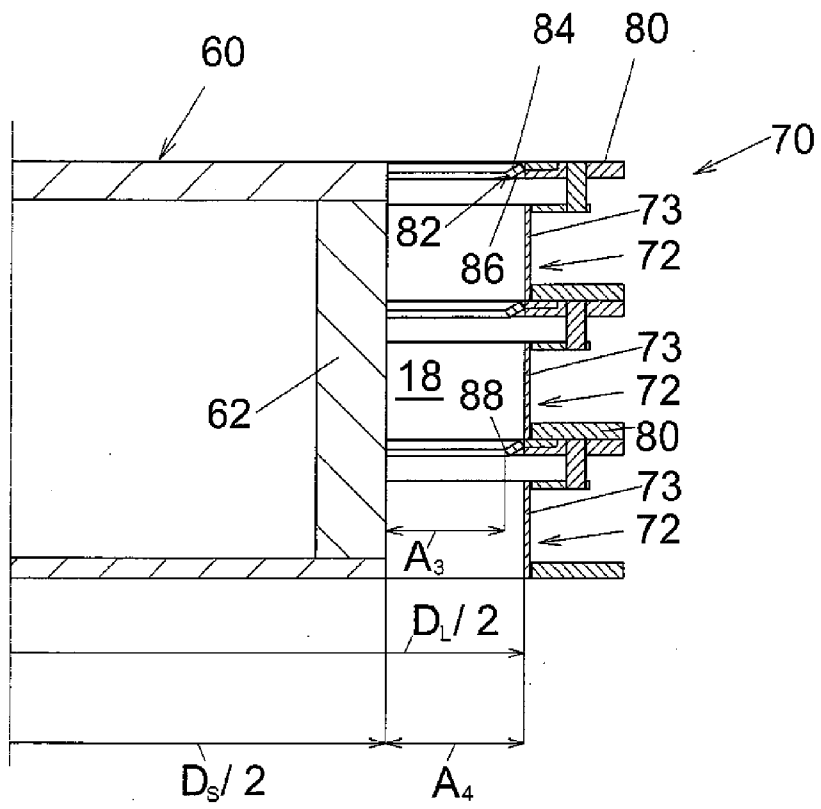


Fig. 13

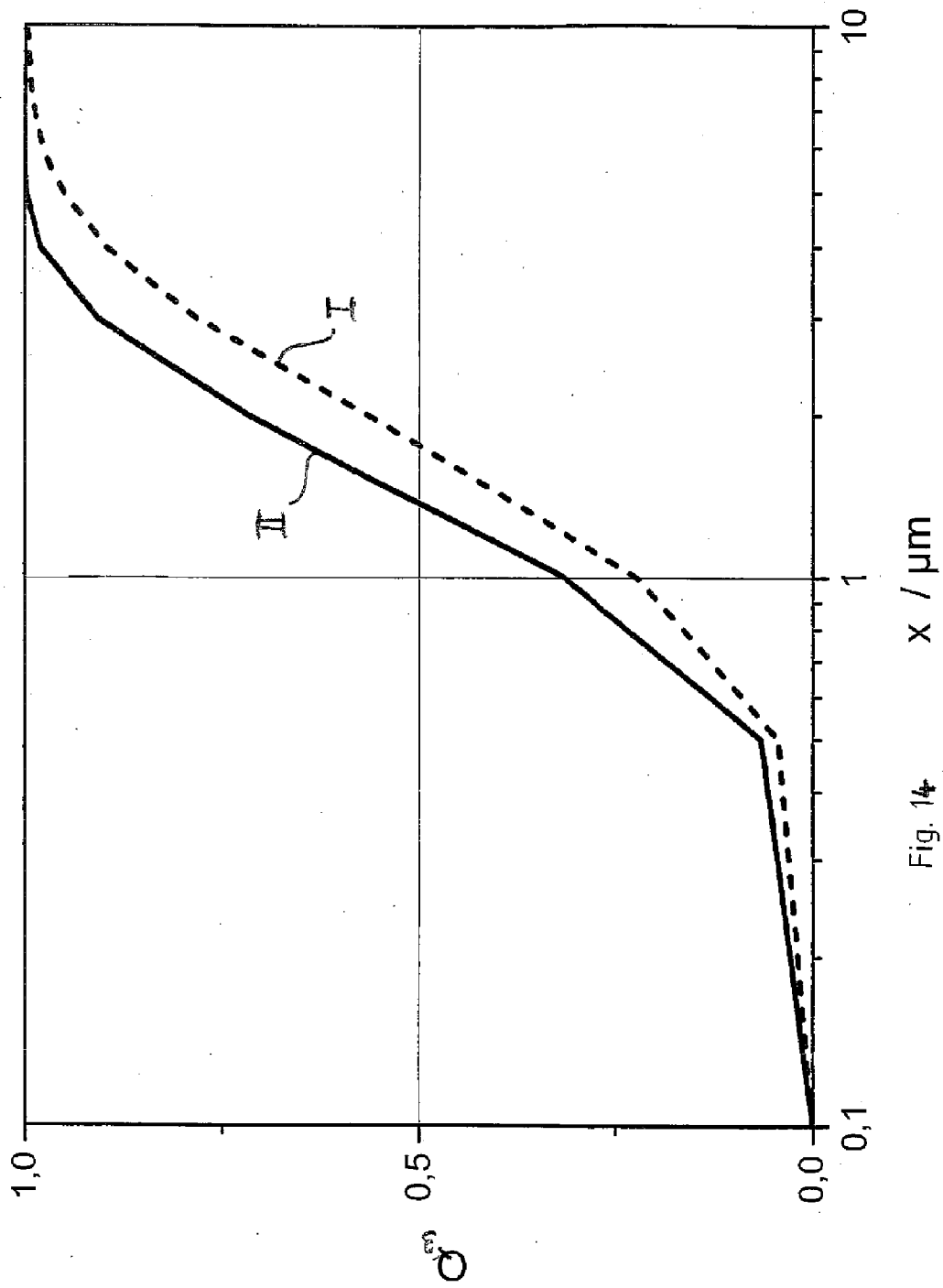


Fig. 14  $x / \mu\text{m}$