

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 516**

51 Int. Cl.:

B01F 25/82 (2012.01)

B01F 25/83 (2012.01)

B29B 7/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2021 PCT/EP2021/065642**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2021 WO21254876**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2021 E 21732271 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024 EP 4168168**

54 Título: **Silo mezclador para productos a granel, instalación de fabricación con tal silo de mezcla y procedimiento para el funcionamiento de tal silo de mezcla**

30 Prioridad:

19.06.2020 DE 102020207608

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

20.11.2024

73 Titular/es:

**COPERION GMBH (100.0%)
Theodorstrasse 10
70469 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**DÜRR, MICHAEL y
ZECHNER, EGON**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 988 516 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

Silo mezclador para productos a granel, instalación de fabricación con tal silo de mezcla y procedimiento para el funcionamiento de tal silo de mezcla

5

La presente solicitud de patente reivindica la prioridad de la solicitud de patente alemana DE 10 2020 207 608.1.

La invención se refiere a un silo de mezcla para material a granel, a una instalación de fabricación con dicho silo de mezcla y a un procedimiento para el funcionamiento de dicho silo de mezcla.

10

El documento DE 88 10 607 U1 desvela un contenedor de mezcla de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 con una abertura de salida central y aberturas de salida adicionales que permiten la mezcla del material a granel en el contenedor. Las instalaciones de mezcla influyen en el caudal del material a granel de tal manera que se crea una amplia distribución del tiempo de permanencia del material a granel en el contenedor. Esto garantiza que el material a granel se mezcle de forma fiable. El material a granel que se alimenta al contenedor en diferentes momentos puede descargarse al mismo tiempo del contenedor en la salida. La amplia distribución de tiempo de permanencia conduce a un mayor tiempo de permanencia del material a granel. El tiempo de permanencia aumentado puede ser un múltiplo, en particular hasta 3 veces mayor o más que el tiempo de permanencia para un flujo de material a granel que fluye a través del contenedor de mezcla según el principio "lo primero en entrar es lo primero en salir", el llamado flujo de pistón. Según el principio "lo primero en entrar es lo primero en salir", el material a granel que se alimenta primero al contenedor es el primero en salir del silo. Cuando se cambia de producto, se transporta material a granel de un producto nuevo al contenedor, que todavía contiene material a granel de un producto anterior. El nuevo producto no se puede utilizar hasta que el material a granel del producto anterior se haya retirado completamente del contenedor. Durante este período de transición se crea el llamado producto de transición, que comprende los materiales a granel del producto anterior y del nuevo producto. Por lo general, el producto de transición no puede utilizarse para procesamiento posterior y, por ejemplo, debe separarse como mercancía B o C.

15

20

25

Por el documento DE 10 34 464 B se conoce un dispositivo para mezclar material granular con varios tubos de drenaje agrupados fuera del silo de mezcla.

30

El documento DE 10 2014 108 270 A1 desvela un silo para almacenar material a granel y un procedimiento para retirar material a granel de un silo.

El documento US 2006/0082138 A1 desvela una conexión de brida en forma de T.

35

Un objetivo de la presente invención es mejorar el cambio de producto en una instalación de fabricación de plástico y, en particular, reducir la cantidad de material a granel que se debe separar.

Este objetivo se resuelve de acuerdo con la invención mediante silo de mezcla con las características especificadas en la reivindicación 1, mediante una instalación de fabricación con las características especificadas en la reivindicación 9 y mediante un procedimiento con las características especificadas en la reivindicación 11.

40

De acuerdo con la invención, se ha reconocido que el tiempo de transición del material a granel en un silo de mezcla y, por tanto, la cantidad de material a granel que se ha de separar, se reduce si el modo de funcionamiento del silo de mezcla puede funcionar alternativamente entre una función de mezcla con una amplia distribución de tiempo de permanencia y una función de flujo con una distribución del tiempo de permanencia reducida. Para la función de mezcla está prevista al menos una instalación de mezcla fijada en un silo. Por instalación de mezcla en el sentido de la invención se entiende una instalación de mezcla que modifica, en particular aumenta, el tiempo de permanencia del material a granel en el silo de mezcla. En particular, las instalaciones en el contenedor silo que no generan un tiempo de permanencia en el material a granel no son instalaciones de mezcla en el sentido de la invención. Ejemplos de instalaciones de mezcla que no generan un tiempo de permanencia son elementos de fijación, en particular puntales de retención, barras de soporte y/o chapas, sirviendo en particular los elementos de fijación en particular únicamente para la fijación de la instalación de mezcla en el silo.

45

50

En el silo también pueden estar previstas y fijadas varias instalaciones de mezcla. La instalación de mezcla es en particular estática y, por tanto, no presenta elementos móviles como agitadores y/o palas. Para la función de flujo está previsto al menos un elemento de bloqueo, que sirve para bloquear la al menos una instalación de mezcla. En particular, para la al menos una instalación de mezcla también pueden estar previstos varios elementos de bloqueo. El al menos un elemento de bloqueo está dispuesto en particular dentro del contenedor silo. El al menos un elemento de bloqueo también puede estar dispuesto fuera del contenedor silo, en particular si la al menos una instalación de mezcla discurre al menos parcialmente por fuera del contenedor silo o está dispuesta fuera del contenedor silo.

55

60

El silo presenta una salida que está dispuesta en particular en un extremo inferior del contenedor silo. La salida está formada en particular por una abertura de drenaje. La al menos una instalación de mezcla presenta una entrada y una salida. La salida de la instalación de mezcla está dispuesta en particular aguas arriba de la salida del contenedor silo. La salida de la al menos una instalación de mezcla desemboca en particular en la salida del contenedor silo.

65

ES 2 988 516 T3

La proporción de volumen de la al menos una instalación de mezcla es pequeña en comparación con el volumen neto del contenedor silo. En particular, la relación es inferior a 0,1, en particular inferior a 0,05 y en particular inferior a 0,01.

5 El al menos un elemento de bloqueo puede estar dispuesto en la entrada de la instalación de mezcla, en la salida de la instalación de mezcla y/o entre ambas. La disposición del al menos un elemento de bloqueo en la salida de la instalación de mezcla se puede realizar fácilmente. En particular, la salida de la instalación de mezcla es fácilmente accesible desde un lado inferior del contenedor silo. El al menos un elemento de bloqueo se puede montar, reequipar, reparar y/o mantener fácilmente en la salida de la instalación de mezcla.

10 La disposición del al menos un elemento de bloqueo en la entrada permite evitar que, cuando la instalación de mezcla esté bloqueada, pueda entrar material a granel adicional en la instalación de mezcla. A pesar de que la instalación de mezcla esté bloqueada, el material a granel presente puede salir de la instalación de mezcla a través de la salida, en particular dispuesta en la parte inferior. De este modo se evita que el material en polvo quede involuntariamente en la instalación de mezcla, pudiendo estancarse el material en polvo en la instalación de mezcla. La disposición del al menos un elemento de bloqueo en la entrada de la instalación de mezcla es ventajosa en particular para la mezcla de material en polvo, en particular polvo de polipropileno (PP) y/o polvo de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE).

15 El al menos un elemento de bloqueo se puede mover entre una posición cerrada en la que la instalación de mezcla impide un flujo de material a granel y una posición abierta en la que es posible un flujo de material a granel a través de la instalación de mezcla. En la posición abierta del al menos un elemento de bloqueo, el silo de mezcla presenta la función de mezcla. En la posición cerrada del al menos un elemento de bloqueo, el silo de mezcla presenta la función de flujo.

25 La función de flujo se garantiza porque el contenedor silo presenta un área sección transversal residual cuando la instalación de mezcla está cerrada, lo que garantiza un flujo másico del material a granel mayor o igual a una capacidad mínima de extracción del silo de mezcla. El área de sección transversal residual es en particular limitante para el contenedor silo. Esto significa que el área de sección transversal residual limitante representa un área de sección transversal mínima del contenedor silo a lo largo de la dirección de flujo del material a granel. En particular, el área de sección transversal residual limitante puede ser menor que un área de sección transversal de salida en la salida del contenedor silo. El área de sección transversal de salida del contenedor silo se corresponde con la sección transversal del contenedor silo con la instalación de mezcla abierta. En particular, la sección transversal residual limitante determina un flujo másico máximo posible cuando la instalación de mezcla está cerrada. De acuerdo con la invención, se ha reconocido que la función de flujo del silo de mezcla cuando la instalación de mezcla está cerrada está garantizada gracias al tamaño suficiente del área de sección transversal residual. Esto significa que, incluso cuando se desactiva la función de mezcla del silo de mezcla bloqueando la instalación de mezcla, se mantiene el rendimiento, es decir, el flujo másico a través del silo de mezcla. Esto garantiza que se reduzca el tiempo de permanencia del material a granel en la función de flujo. Al cambiar de producto se reduce el tiempo de transición y, con ello, la cantidad de material a granel que se ha de separar.

30 El área de sección transversal residual limitante puede ser menor que un área de sección transversal de salida en la salida del contenedor silo. El área de sección transversal de salida del contenedor silo se corresponde con la sección transversal del contenedor silo con la instalación de mezcla abierta. En particular, la sección transversal residual limitante determina un flujo másico máximo posible cuando la instalación de mezcla está cerrada. De acuerdo con la invención, se ha reconocido que la función de flujo del silo de mezcla cuando la instalación de mezcla está cerrada está garantizada gracias al tamaño suficiente del área de sección transversal residual. Esto significa que, incluso cuando se desactiva la función de mezcla del silo de mezcla bloqueando la instalación de mezcla, se mantiene el rendimiento, es decir, el flujo másico a través del silo de mezcla. Esto garantiza que se reduzca el tiempo de permanencia del material a granel en la función de flujo. Al cambiar de producto se reduce el tiempo de transición y, con ello, la cantidad de material a granel que se ha de separar.

35 En la función de flujo, el silo de mezcla funciona según el principio "lo primero en entrar es lo primero en salir". El silo de mezcla funciona en particular en flujo másico. La capacidad mínima de extracción es un valor característico del silo de mezcla. La capacidad mínima de extracción también se denomina capacidad de rendimiento. La capacidad mínima de extracción de un silo de mezcla suele diseñarse de modo que el rendimiento del proceso, en particular el rendimiento de la extrusora, no esté limitado por el silo de mezcla. Para garantizar esto, el rendimiento del proceso se multiplica por un factor de seguridad de, por ejemplo, al menos 1,1, en particular al menos 1,3, en particular al menos 1,5 o más. La capacidad mínima de extracción asciende en particular a al menos 20 t/h, en particular a al menos 40 t/h, en particular a al menos 60 t/h y en particular a al menos 80 t/h.

40 El tiempo medio de permanencia t_{vm} del producto de mezcla en el silo de mezcla se puede calcular a partir del volumen neto V_n del contenedor silo, la capacidad mínima de extracción Q_{min} , y la densidad del material a granel ρ de la densidad del material a granel de la siguiente manera:

$$55 \quad T_{V_{m}} = V_n / (Q_{min} \cdot \rho).$$

60 El tiempo medio de permanencia para un silo de mezcla de acuerdo con la invención se sitúa entre 0,3h y 24h en particular entre 0,4h y 22h y, en particular, entre 0,5h y 20h.

65 La capacidad mínima de extracción se puede ajustar para el silo de mezcla en particular de forma variable. El flujo másico del material a granel en el funcionamiento de flujo másico es en particular dos veces, en particular al menos 3 veces, en particular al menos 4 veces, en particular al menos 5 veces, en particular al menos 10 veces y en particular como máximo 20 veces la capacidad mínima de extracción.

El área de sección transversal residual limitante del contenedor silo es en particular de superficie plena o de superficie

hueca. En particular, el área de sección transversal residual presenta un contorno exterior redondo. El área de sección transversal residual tiene en particular forma circular o anular. El contorno exterior del área de sección transversal también puede estar realizado de forma no redonda, por ejemplo, ovalada o poligonal. Si está previsto un contorno interior del área de sección transversal residual, este estar realizado en particular redondo, pero también puede ser no redondo, en particular ovalado o poligonal. Es posible cualesquiera combinaciones de contornos interiores y exteriores.

Se ha puesto de manifiesto que el flujo másico se puede calcular mediante el área de sección transversal residual limitante.

La llamada ecuación de Beverloo se cumple para aberturas circulares y no circulares:

$$\dot{M} = C\rho\sqrt{g}(D_0 - kd)^{5/2} \quad (1)$$

En la ecuación (1) \dot{M} el flujo másico en kg/s; ρ , la densidad del material a granel en kg/m³; g es la aceleración debida a la gravedad (9,81 m/s²); D_0 , el diámetro de una abertura de salida circular o el diámetro hidráulico de una abertura no circular en m; d es el diámetro de las partículas del material a granel en m; C es un coeficiente de descarga empírico, que depende en particular de la fricción del producto y de la densidad del material a granel y generalmente se sitúa entre 0,55 y 0,65, en particular en 0,58; y k es un coeficiente empírico de partículas, que depende en particular de la forma de las partículas y del ángulo de apertura del cono en el silo de mezcla y se sitúa en el intervalo entre 1,0 y 2,0, en particular en 1,6.

Correspondientemente, un área de sección transversal residual circular o no circular con una capacidad mínima de extracción predefinida \dot{M}_{min} . Debe presentar un diámetro o diámetro hidráulico D_0 como sigue

$$D_0 \geq \left(\frac{\dot{M}_{min}}{\sqrt{g \cdot C \cdot \rho}} \right)^{2/5} + k \cdot d \quad (2)$$

Para aberturas en forma de ranura, se puede utilizar una ecuación modificada por Nedderman para el cálculo del flujo másico:

$$\dot{M} = \frac{4\sqrt{2}C}{\pi} \rho\sqrt{g}(L - kd)(B - kd)^{3/2} \quad (3)$$

En esta ecuación (3) los significados de \dot{M} , ρ , g , d , C y k con idénticos a los de la ecuación de Beverloo (1). L se corresponde con la longitud de la salida de ranura en m; B con la anchura de la salida de ranura en m. Para una abertura anular, L se corresponde con la circunferencia del diámetro medio de la ranura anular y B se corresponde con la anchura de la ranura anular. Por consiguiente, la longitud L y la anchura B de la abertura anular se pueden determinar al menos aproximadamente con una capacidad mínima de extracción predeterminada.

Las ecuaciones de Beverloo (1) y Nedderman (3) tienen DOI: 10.1615/AtoZ.g.granular_materials_discharge_through_orifices, publicado por E.I. Nedderman.

El material a granel puede salir del silo de mezcla en el flujo másico a través del área de sección transversal residual. En el silo de mezcla se produce un flujo de pistón.

El silo de mezcla, también denominado silo de homogeneización, es en particular un mezclador gravimétrico en una instalación para la fabricación y/o procesamiento de plásticos, es decir, la fabricación de compuestos, para materiales a granel en polvo y/o granulado. El polvo presenta un tamaño de grano medio comprendido entre 50µm y 2000µm, en particular entre 150µm y 1800µm y, en particular, entre 300µm y 1500µm. Los gránulos presentan un tamaño de grano medio de 1500µm a 6000µm, en particular de 1800µm a 5000µm y, en particular, de 2000µm a 4000µm.

Los productos a granel en la instalación se transportan en particular mediante transporte gravimétrico y/o neumático. Los plásticos son en particular poliolefinas como, por ejemplo, polietileno (PE) y/o polipropileno (PP), así como plásticos técnicos como poliamida (PA), policarbonato (PC), copolímero de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y/o tereftalato de polietileno (PET). También se pueden utilizar como plásticos la mezcla seca de PVC, el triturado de plástico, el regenerado de plástico y productos de plástico reciclado.

El silo de mezcla se llena, lo que también se denomina alimentación, en particular por gravimetría y/o mediante transporte neumático. El transporte gravimétrico significa que el material a granel se mueve hacia abajo por gravedad, en particular de forma autónoma. El vaciado del silo de mezcla, también llamado descarga, se realiza por gravimetría, en particular en contenedores, en sacos big-bag, camiones silo-cisterna y/o vagones. Alternativamente, es concebible que el silo de mezcla esté conectado a una instalación transportadora neumática para transportar el material a granel a contenedores posteriores, en particular a silos.

La mezcla en el silo de mezcla se realiza en particular de forma gravimétrica, de modo que al menos una parte del

material a granel fluye a través de al menos una instalación de mezcla. La parte del material a granel que fluye a través de la al menos una instalación de mezcla es en particular entre el 10 % y el 90 % del material a granel que fluye a través del silo de mezcla. En particular, la proporción se sitúa entre el 15 % y el 85 %, en particular entre el 20 % y el 80 % y en particular entre el 25 % y el 75 %.

5 La al menos una instalación de mezcla garantiza que el material a granel se extraiga al mismo tiempo desde diferentes alturas del silo de mezcla y se mezcle entre sí en una zona de salida del silo de mezcla desde las diferentes alturas, es decir, se homogeneice, para lograr una calidad uniforme de material a granel. El silo de mezcla funciona en particular de forma continua. Gracias a la al menos una instalación de mezcla, en el funcionamiento de mezcla, el material a granel no se extrae del silo de mezcla en el flujo másico en el sentido de un flujo de pistón, sino que el material a granel puede fluir directamente de arriba abajo mediante la configuración de zonas de flujo y/o a través de aberturas en tubos de mezcla. Esto significa que el material a granel procedente de las diferentes alturas del silo de mezcla llega al fondo del silo de mezcla al mismo tiempo y, de esta manera, se mezcla. Por ejemplo, de esta manera, el último material a granel llenado, que se encuentra en la parte superior del silo de mezcla, se puede combinar con el primer material a granel llenado, que se encuentra en el fondo del silo de mezcla, antes de que abandone el silo de mezcla.

20 Puede estar previsto que el material a granel que sale del silo de mezcla se alimente de nuevo al silo de mezcla una o varias veces. Para ello, después de salir del silo de mezcla, el material a granel se puede alimentar al silo de mezcla desde arriba mediante transporte neumático a través de un conducto de recirculación. Mediante la llamada recirculación o circulación se mejora adicionalmente la calidad de la mezcla, es decir, el grado de homogeneización del material a granel.

25 En la fabricación y/o procesamiento de plástico se utilizan materiales a granel de diversas clases de calidad, también llamados grados. También es posible utilizar diferentes tipos de materiales a granel, es decir, materiales a granel con diferentes propiedades químicas y/o físicas. Este es el caso en particular en las instalaciones de procesamiento, instalaciones de fabricación de compuestos o instalaciones de reciclaje.

30 La distribución del tiempo de permanencia se define como el periodo de tiempo en el que las partículas que han entrado al silo en un momento dado han salido de forma segura del silo a través de la salida. En el silo de mezcla de acuerdo con la invención, la distribución del tiempo de permanencia es muy estrecha en el funcionamiento en flujo, es decir, en el flujo másico en el sentido de flujo de pistón, cuando la al menos una instalación de mezcla está bloqueada. Si están previstos varios elementos de bloqueo, puede ser suficiente que al menos un elemento de bloqueo se encuentre en el estado bloqueado para garantizar el funcionamiento de flujo. En particular, todos los elementos de bloqueo se encuentran en el estado de bloqueo durante el funcionamiento de flujo.

40 Mediante el cierre de la al menos una instalación de mezcla se garantiza que el silo de mezcla funcione según el principio de que "lo primero en entrar es lo primero en salir". El material a granel que ya se encuentra en el silo de mezcla se retira del silo de mezcla, en particular sin mezclado con un producto de transición. Este material a granel puede almacenarse temporalmente según el tipo y aprovecharse para usos posteriores. No es necesario separar este producto de mezcla. De este modo se aumenta la eficiencia económica de la instalación y del procedimiento. En particular, el cierre del al menos un elemento de bloqueo se produce antes del cambio de un tipo de material a granel y/o una clase de calidad de material a granel a otro tipo de material a granel o a otra clase de calidad de material a granel. Esto impide el flujo del material a granel hacia y/o a través de la al menos una instalación de mezcla. El material a granel circula exclusivamente en la zona donde no hay instalaciones de mezcla. El material a granel fluye en particular uniformemente en el flujo másico en el sentido de un flujo de pistón. El producto de mezcla transportado al silo de mezcla para la siguiente aplicación se vierte desde arriba sobre el material a granel que ya se encuentra en el silo de mezcla. El material a granel recién llenado permanece por encima del material a granel que se encontraba anteriormente en el silo de mezcla. Se evita así la mezcla de los materiales a granel.

50 El solicitante también ha descubierto que, al bloquear la al menos una instalación de mezcla, se evita la llamada segregación en conos a granel al vaciar el silo de mezcla. La segregación en conos a granel se produce en particular cuando el material a granel es un producto reciclado que puede presentar diferentes formas de grano, por ejemplo, compacto, fibroso o en forma de virutas de lámina, y/o diferentes tamaños de grano en un intervalo de 100 µm a 10 mm. La segregación se impide porque el material a granel fluye a través del silo de mezcla en un flujo másico en forma de flujo de pistón cuando la instalación de mezcla está bloqueada.

60 Un silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 2 está realizado de forma sencilla y favorece el funcionamiento gravimétrico.

65 Un silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 3 garantiza un bloqueo espacialmente flexible para la instalación de mezcla. En particular, es concebible prever varios elementos de bloqueo en una misma y única instalación de mezcla, pudiendo estar dispuestos los elementos de bloqueo en diferentes posiciones, en particular a lo largo del eje longitudinal, es decir, en diferentes posiciones de altura. El elemento de bloqueo está dispuesto en particular en una zona de salida del silo de mezcla. Por tanto, el elemento de bloqueo puede realizarse en tamaño pequeño. Adicional o alternativamente, es concebible disponer el elemento de bloqueo en la zona de entrada del silo de mezcla y/o entre

la zona de entrada y la zona de salida del silo de mezcla.

Un silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 4 presenta propiedades de mezcla mejoradas.

- 5 El silo de mezcla puede estar realizado como un llamado mezclador cónico o mezclador de zona de flujo, en el que el material a granel llega desde diferentes alturas simultáneamente a la salida mediante la formación de zonas de flujo que se configuran a diferentes alturas en el silo de mezcla. En particular, el mezclador cónico presenta al menos un cono de mezcla.
- 10 Alternativamente, el silo de mezcla se puede realizar como un llamado mezclador tubular con al menos un tubo de mezcla, en el que el material a granel llega al tubo de mezcla a través de al menos una abertura. La abertura también se llama tragadero. En particular, están previstos varios tubos de mezcla con una o varias aberturas, que se encuentran en el silo de mezcla a diferentes alturas, llegando el material a granel a través de las aberturas simultáneamente a la salida. Las aberturas pueden estar dispuestas en una pared exterior del tubo de mezcla y/o en el lado frontal del tubo de mezcla. El tubo de mezcla está configurado en particular como tubo cilíndrico. Sin embargo, el tubo de mezcla también puede presentar un contorno no redondo, en particular un contorno ovalado o poligonal.
- 15

Un silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 5 es en particular compacto y, en particular, de pequeño tamaño.

- 20 Un silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 6 permite un bloqueo simplificado de la instalación de mezcla. Un accionamiento de bloqueo puede ser, por ejemplo, neumático o estar realizado eléctricamente para accionar el elemento de bloqueo de forma eléctrica.

- 25 Es ventajoso crear una unión mecánica entre el elemento de bloqueo y el accionamiento de bloqueo, de modo que el accionamiento de bloqueo esté dispuesto en particular fuera del silo de mezcla y, por tanto, sea accesible desde el exterior del silo de mezcla. Así se simplifican los trabajos de mantenimiento y/o reparación del accionamiento de bloqueo. Se evita también que el accionamiento se vea afectado por el contacto directo con el material a granel. Se aumenta asimismo la vida útil del accionamiento de bloqueo.

- 30 Es ventajoso prever un indicador de posición automatizado para el elemento de bloqueo y/o para el accionamiento de bloqueo. El indicador de posición está realizado en particular como interruptor de fin de carrera. El indicador de posición muestra si el elemento de bloqueo está en posición abierta o cerrada. Es concebible que esté previsto solo un interruptor de fin de carrera para una de las dos posiciones o dos interruptores de fin de carrera para ambas posiciones. Es ventajoso que para la posición abierta esté previsto al menos un interruptor de fin de carrera. De este modo se puede garantizar que el funcionamiento normal del silo de mezcla, es decir, el funcionamiento de mezcla, sea inmediatamente reconocible.
- 35

- 40 Alternativamente, es posible ajustar manualmente el al menos un elemento de bloqueo. Esto reduce el esfuerzo en aparataje necesario para el silo de mezcla.

- Un silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 7 permite el funcionamiento automatizado del silo de mezcla, en particular, el cambio automático del funcionamiento de mezcla al funcionamiento de flujo y viceversa. En particular es posible un funcionamiento totalmente automatizado y/o regulado del silo de mezcla.

- 45 Una realización del elemento de bloqueo como disco de válvula de acuerdo con la reivindicación 8 es particularmente sencilla y fiable en la aplicación. En particular, el disco de válvula presenta al menos una superficie lateral irregular. Esto reduce y, en particular, previene el riesgo de depósitos de producto. La realización irregular de la superficie lateral se puede conseguir, por ejemplo, aplanándola con un ángulo de inclinación entre 10° y 70°, en particular entre 15° y 45° y, en particular, entre 20° y 30°. La superficie lateral puede estar redondeada adicional o alternativamente, en particular con un contorno circular o elíptico.
- 50

- Alternativamente, el elemento de bloqueo puede estar configurado como válvula de mariposa, válvula de compuerta, válvula de bola, membrana irisada, como elemento de bloqueo cónico, en particular ajustable axialmente, válvula de manguito o como placa desplazable adaptada al silo de mezcla, similar a una válvula de compuerta. El tamaño y la forma del disco de válvula o de la placa desplazable se adaptan al contorno que se ha de cerrar, es decir, al contorno de la sección transversal de la salida de la instalación de mezcla. Es ventajoso que el elemento de bloqueo presente la menor cantidad posible de bordes molestos, en particular ninguno, que puedan perjudicar el flujo del material a granel en la posición abierta del elemento de bloqueo y/o que se creen zonas en las que se pueda atascar el material a granel. El al menos un elemento de bloqueo también puede estar realizado estanco, en particular con un manguito de obturación en la instalación de mezcla.
- 55
- 60

- Para el disco de válvula y/o la placa desplazable es ventajoso que, en la posición cerrada, el intersticio restante entre el elemento de bloqueo y el área de sección transversal de la instalación de mezcla esté comprendido en el intervalo de 0,3 a 20 veces, en particular en el intervalo de 0,4 veces a 10 veces y, en particular, en el intervalo de 0,5 veces a 5 veces del tamaño medio de grano del material a granel que se ha de transportar.
- 65

- Una instalación de fabricación de acuerdo con la reivindicación 9 presenta esencialmente las ventajas del silo de mezcla, al que, por tanto, se remite. El material a granel se fabrica en un reactor de fabricación y se alimenta al silo de mezcla mediante una unidad de alimentación. La alimentación puede realizarse mediante transporte neumático y/o gravimétrico. También es concebible que esté prevista una unidad de descarga para descargar el material a granel del silo de mezcla. Si la descarga se realiza de manera puramente gravimétrica, la unidad de descarga está formada en particular por una abertura de salida inferior.
- Una instalación de fabricación de acuerdo con la reivindicación 10 permite una homogeneización mejorada del material a granel.
- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 presenta esencialmente las ventajas del silo de mezcla, al que, por tanto, se remite. Mediante el bloqueo de la al menos una instalación de mezcla se impide de forma fiable un flujo de material a granel a través de la instalación de mezcla. Cuando la instalación de mezcla está bloqueada, el material a granel se descarga del silo de mezcla, en particular en flujo másico en el sentido de un flujo de pistón.
- En un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, se puede reducir adicionalmente la cantidad de material a granel de un período de transición. El período de transición es el período de tiempo durante un cambio de producto, es decir, un cambio del material a granel, por ejemplo, de un tipo de material a granel y/o de una clase de material a granel, que se requiere para descargar completamente el material a granel de la anterior aplicación del silo de mezcla. El hecho de que la instalación de mezcla se bloquee cuando se va a realizar un cambio de producto, en particular al comienzo del cambio de producto, evita una mezcla no deseada de los diferentes materiales a granel.
- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 presenta un flujo másico aumentado.
- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14 permite un cambio más fácil del funcionamiento de flujo al funcionamiento de mezcla. En particular, el al menos un elemento de bloqueo se vuelve a abrir después de un tiempo de cambio que se puede ajustar de forma variable. El período de cambio se corresponde con el período de transición. En particular, se puede calcular el período de transición.
- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15 permite un tiempo de permanencia máximo reducido del material a granel en el silo de mezcla. El tiempo de permanencia máximo es el límite superior de la distribución del tiempo de permanencia. En particular con la instalación de mezcla bloqueada, el tiempo de permanencia no se prolonga o no se prolonga esencialmente en comparación con un contenedor silo idéntico sin instalación de mezcla, funcionando el contenedor silo según el principio de que "lo primero en entrar es lo primero en salir". Por un contenedor silo por lo demás idéntico sin instalación de mezcla, se debe entender en particular un contenedor silo que presenta el mismo volumen útil que el contenedor silo de acuerdo con la invención, pero que está realizado sin instalación de mezcla. En particular, el volumen útil del contenedor silo, por lo demás idéntico, se reduce en la proporción de volumen con respecto al volumen neto del contenedor silo de acuerdo con la invención que la propia instalación de mezcla desplaza en el contenedor silo de acuerdo con la invención. El tiempo de permanencia máximo es en particular de 1,0 veces a 1,4 veces el tiempo de permanencia máximo del contenedor silo, por lo demás idéntico, en particular de 1,0 veces a 1,2 veces y, en particular, de 1,0 veces a 1,1 veces. El contenedor silo, por lo demás idéntico, presenta en particular una capacidad de extracción mínima idéntica y una cantidad de material a granel del silo idéntica.
- Tanto las características indicadas en las reivindicaciones como las características indicadas en los siguientes ejemplos de realización de un silo de mezcla de acuerdo con la invención son adecuadas en cada caso, solas o en combinación entre sí, para perfeccionar el objeto de acuerdo con la invención. Las respectivas combinaciones de características no constituyen ninguna limitación en cuanto a las variantes del objeto de la invención, sino que esencialmente tienen únicamente carácter de ejemplo.
- Otras características, ventajas y detalles de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización mediante el dibujo. Muestran:
- la figura 1 una representación esquemática de una instalación de fabricación de material a granel con un reactor de fabricación y un silo de mezcla de acuerdo con la invención,
- la figura 2 una representación en sección longitudinal esquemática del silo de mezcla de acuerdo con la figura 1, que está realizado como mezclador cónico,
- la figura 3 una representación correspondiente a la figura 2 de un silo de mezcla de acuerdo con otra forma de realización con un disco de válvula como elemento de bloqueo, que está dispuesto en la zona de salida de la instalación de mezcla,
- la figura 4 una representación en sección transversal ampliada del silo de mezcla de acuerdo con la línea de corte IV-IV de la figura 3,
- las figuras 5 a 7 diferentes diseños de un borde lateral del disco de válvula de la figura 4,

- la figura 8 una representación correspondiente a la figura 3 de un silo de mezcla de acuerdo con otra forma de realización, en la que el elemento de bloqueo está dispuesto en el extremo inferior del recipiente de salida,
- 5 la figura 9 una representación correspondiente a la figura 3 de un silo de mezcla en forma de mezclador tubular con elemento de bloqueo en la zona de salida de un recipiente colector,
- 10 la figura 10 una representación correspondiente a la figura 9 de un mezclador tubular de acuerdo con otra forma de realización, en la que, en los tubos de mezcla, están dispuestos elementos de bloqueo aguas arriba del recipiente colector,
- 15 la figura 11 una representación correspondiente a la figura 9 de un mezclador tubular con un tubo de mezcla central y varios elementos de bloqueo,
- la figura 12 una representación correspondiente a la figura 11 de un mezclador tubular con un tubo de mezcla central, estando dispuestos los elementos de bloqueo en la entrada del tubo de mezcla.

Una instalación de fabricación mostrada en la figura 1, designada en su conjunto con 1, sirve para fabricar material a granel, en particular gránulos de plástico, en particular gránulos de poliolefina. La instalación de fabricación 1 comprende un reactor de fabricación 2 en el que se fabrica material a granel. El reactor de fabricación 2 es en particular un reactor de polimerización y/o una extrusora. El reactor de fabricación 2 está conectado con un silo de mezcla 4 mediante una unidad de alimentación 3. La unidad de alimentación 3 sirve para alimentar el material a granel al silo de mezcla 4. En particular, la alimentación puede realizarse de forma puramente gravimétrica. Adicional o

20
25

alternativamente se puede utilizar un transporte neumático. En este caso, la unidad de alimentación 3 está realizada como parte de una instalación transportadora neumática.

En el silo de mezcla 4 se mezcla el material a granel en un funcionamiento de mezcla y se descarga para su posterior uso. El material a granel se descarga del silo de mezcla 4 mediante una unidad de descarga. La descarga puede

30

realizarse en particular de forma puramente gravimétrica, por ejemplo, entregando el material a granel a un contenedor de transporte 6. En este caso, la unidad de descarga 5 está formada como abertura de salida del silo de mezcla 4. Adicional o alternativamente, la descarga puede realizarse mediante transporte neumático a un contenedor de almacenamiento 7, en particular a un silo. En este caso, la unidad de descarga 5 está formada como parte de una

35

instalación transportadora neumática 8 desde el silo de mezcla 4 hasta el contenedor de almacenamiento 7. En la zona de la unidad de descarga 5 está dispuesta una unidad de recirculación 9 en forma de un conducto de recirculación. La unidad de recirculación 9 permite recircular el material a granel que ha sido descargado fuera del silo de mezcla 4 de nuevo al silo de mezcla 4 en la zona de la unidad de alimentación 3. Para ello, el conducto de recirculación, como se muestra en la figura 1, puede desembocar en una abertura superior del silo de mezcla 4 independientemente de la unidad de alimentación 3. También es posible conectar el conducto de recirculación con un

40

conducto de transporte de la unidad de alimentación 3.

El silo de mezcla 4 de la figura 1 se explica con más detalle a continuación con referencia a la figura 2. El silo de mezcla 4 presenta un contenedor silo 11 con un eje longitudinal 10. El contenedor silo 11 comprende un contenedor base 12 cilíndrico y una sección de base cónica 13 que está conectada con el contenedor base 12 en el extremo inferior. El contenedor silo 11 presenta una abertura de entrada superior 14, en particular dispuesta centralmente con

45

respecto al eje longitudinal 10, y una abertura de salida de drenaje 15. El área de sección transversal de la abertura de drenaje 15 se corresponde con el área de sección transversal del extremo inferior de la sección de base cónica 13. La abertura de drenaje 15 está dispuesta en el extremo inferior de la sección de base 13. La abertura de drenaje 15 está dispuesta en particular de forma concéntrica con respecto al eje longitudinal 10.

50

En el contenedor silo 11 están dispuestas varias instalaciones de mezcla, en particular instaladas de forma fija en el contenedor silo 11. Una primera instalación de mezcla es un tubo de mezcla central 16 dispuesto concéntricamente al eje longitudinal 10. El extremo inferior del tubo de mezcla 16 forma la zona de salida de tubo de mezcla 17 en la que está dispuesto un elemento de bloqueo de tubo de mezcla 18.

55

Otra instalación de mezcla está formada por un cono de mezcla 19, que presenta en particular varias zonas de flujo con diferentes velocidades de flujo. El cono de mezcla 19 se estrecha a lo largo del eje longitudinal 10 hacia la abertura de drenaje 15. El cono de mezcla 19 puede presentar, en dirección circunferencial con respecto al eje longitudinal 10, varios sectores que están separados entre sí mediante chapas divisoras. Las chapas divisoras están orientadas en particular vertical y radialmente con respecto al eje longitudinal 10. El silo de mezcla 4 de acuerdo con la figura 2 se denomina también mezclador cónico.

60

El cono de mezcla 19 presenta en su extremo inferior una zona de salida de cono 20, en la que está dispuesto un elemento de bloqueo de cono de mezcla 21.

65

A lo largo del eje longitudinal 10 están dispuestas las instalaciones de mezcla 16, 19, es decir, el tubo de mezcla 16 y

ES 2 988 516 T3

el cono de mezcla 19, solapándose al menos en algunas zonas. Esto significa que el cono de mezcla 19 está dispuesto alrededor del tubo de mezcla 16 dispuesto centralmente.

5 Los elementos de bloqueo 18, 21 se pueden mover entre una posición cerrada mostrada en la figura 2 y una posición abierta. En la posición cerrada mostrada, las instalaciones de mezcla 16, 19 están cerradas. Así, se evita un flujo de material a granel a través de las instalaciones de mezcla 16, 19.

En la posición abierta, es posible un flujo de material a granel a través de las instalaciones de mezcla 16, 19.

10 Los elementos de bloqueo 18, 21 se pueden accionar en particular de forma independiente entre sí.

En dirección axial con respecto al eje longitudinal 10, el tubo de mezcla 16 sobresale con la zona de salida 17 hacia abajo del cono de mezcla 19. La zona de salida 17 del tubo de mezcla 16 está dispuesta más cerca de la abertura de drenaje 15 que la zona de salida 20 del cono de mezcla 19.

15 Un procedimiento para el funcionamiento del silo de mezcla 4 durante un cambio de producto en la instalación de fabricación 1 se explica con más detalle a continuación con referencia a las figuras 1 y 2.

20 En caso de un cambio de producto, en particular un cambio en el tipo de material a granel y/o la clase de calidad del material a granel, el reactor de fabricación 2 cambia al nuevo tipo de material a granel y/o a la nueva clase de calidad del material a granel. Este cambio conlleva al menos una hora, en particular varias horas. En la fabricación de granulados de plástico, en particular granulados de poliolefina, el silo de mezcla funciona de forma continua. En el funcionamiento estándar, el silo de mezcla 4 se encuentra en un funcionamiento de mezcla en el que el material a granel del silo de mezcla 4 puede llegar a las instalaciones de mezcla 16, 19 y se consigue una amplia distribución del tiempo de permanencia debido a las diferentes velocidades de flujo. Los elementos de bloqueo 18, 21 se llevan a la posición cerrada y con ello se cierran las instalaciones de mezcla 16, 19. En la zona de las instalaciones de mezcla 25 16, 19 cerradas, se forma una zona de retención 22, en la que se retiene el material a granel, es decir, no fluye. Fuera de la zona de retención 22 se forma una zona de flujo 23, en la que el material a granel fluye gravimétricamente a través del silo de mezcla 4 en flujo másico, es decir, según el principio de que "lo primero en entrar es lo primero en salir". La dirección de flujo 24 del material a granel que fluye se indica simbólicamente en la figura 2. El material a granel fluye hacia abajo en una zona marginal exterior 25 alrededor de las instalaciones de mezcla 16, 19 dispuestas centralmente. En dirección radial con respecto al eje longitudinal 10, la zona marginal 25 está delimitada exteriormente por la sección de base 13 e, interiormente, por el cono de mezcla 19.

35 El silo de mezcla 4 presenta un área de sección transversal residual mínima 26 que, de acuerdo con el ejemplo de realización representado, está realizado con forma anular. El área de sección transversal residual 26 está orientada en un plano perpendicularmente al eje longitudinal 10. La sección transversal residual 26 representa la zona marginal 25 en una posición axial del elemento de bloqueo 18, que está dispuesto más cerca de la abertura de drenaje 15.

40 El área de sección transversal residual 26 es de tal tamaño que se garantiza un flujo másico del material a granel mayor o igual a la capacidad mínima de extracción del silo de mezcla 4. De esta manera, se garantiza que el flujo másico en el funcionamiento de flujo a través del silo de mezcla 4 no limite el rendimiento del proceso de la instalación de fabricación 1.

45 Una vez transcurrido un tiempo de transición calculado del silo de mezcla 4, se produce una subsiguiente apertura de los elementos de bloqueo 18, 21.

50 El tiempo de transición en el silo de mezcla 4 también se denomina tiempo de permanencia. El tiempo de permanencia es el tiempo que se requiere hasta que se completa el cambio de producto en el propio silo de mezcla 4, es decir, cuando ya no queda el producto que estaba en el silo de mezcla 4 antes del cambio, sino solo el producto que debe estar disponible en el silo de mezcla 4 después del cambio.

55 En particular, los elementos de bloqueo 18, 21 se cierran antes de que comience el cambio de producto. El material a granel fluye exclusivamente a lo largo de la zona de flujo 23, es decir, donde no hay instalaciones de mezcla 16, 19. El material a granel fluye uniformemente en el flujo másico en el sentido de un flujo de pistón. El producto que se ha de ajustar, que llega al silo de mezcla 4 a través de la abertura de entrada 14, desciende hacia abajo a través del área de sección transversal en el silo de mezcla 4 con una velocidad uniforme, es decir, sin crear una distribución del tiempo de permanencia. Así se evita la mezcla de producto nuevo con producto viejo. Los elementos de bloqueo se abren una vez transcurrido el tiempo de permanencia del material a granel en el silo de mezcla 4. Una vez transcurrido el tiempo de permanencia, se puede suponer que ya no queda en el silo de mezcla 4 el producto que se encontraba anteriormente en él. En particular, el tiempo necesario para un cambio de producto puede hacerse muy corto y, en particular, prácticamente sin transiciones.

65 El producto que se encuentra en las instalaciones de mezcla 16, 19 en el momento en que se bloquean las instalaciones de mezcla 16, 19 se puede vaciar del silo de mezcla 4 con el último producto de transición abriendo los elementos de bloqueo 18, 21.

A continuación, se describe con referencia a las figuras 3 a 7 una segunda forma de realización de la invención. Las partes constructivamente idénticas reciben las mismas referencias que en la forma de realización anterior, a cuya descripción se remite. Las partes constructivamente distintas, pero funcionalmente similares reciben las mismas referencias con la adición a continuación de la letra a.

En el silo de mezcla 4a, que también está realizado como mezclador de cono, en su extremo inferior está conformado una sección de extensión cilíndrica 27 en la sección de base 13a. La sección de extensión 27 forma una zona de salida de silo de mezcla. Un cono final 34 está bridado en el extremo inferior de la zona de salida de silo de mezcla 27.

En la zona de salida de silo de mezcla 27 está dispuesta una extensión cilíndrica 28 por debajo de las instalaciones de mezcla 16, 19 y está unida a esta. La extensión cilíndrica 28 está realizada con forma tubular. La extensión 28 también se denomina recipiente de salida o recipiente colector. Al recipiente colector 28 está fijada una pieza terminal cónica 35. Las zonas de salida 17 y 20 de las instalaciones de mezcla 16 y 19 desembocan en la extensión cilíndrica 28, que presenta en su extremo inferior opuesto a las instalaciones de mezcla 16, 19 una salida de extensión 29. La salida de extensión 29 forma una zona de salida común para los componentes de mezcla 16, 19 de acuerdo con el ejemplo de realización mostrado.

En la extensión 28 está dispuesto en particular un único elemento de bloqueo 30. El elemento de bloqueo 30 está realizado como disco de válvula, que en la figura 3 está representado en posición abierta. El elemento de bloqueo 30 está dispuesto axialmente con respecto al eje longitudinal 10 a una distancia de la zona de salida 17 del tubo de mezcla 16, de modo que es posible un giro del disco de válvula sin colisiones. El disco de válvula 30 está unido a un árbol de disco de válvula 31. El árbol de disco de válvula 31 discurre perpendicularmente al eje longitudinal 10 y está guiado lateralmente fuera del silo de mezcla 4a. Para ello están previstos correspondientes cojinetes 32 en la extensión 28 y en la zona de salida de silo de mezcla 27.

El árbol de disco de válvula 31 está unido en su extremo opuesto al disco de válvula 30 con un accionamiento de bloqueo 33. El accionamiento de bloqueo 33 es en particular un motor eléctrico. Mediante el accionamiento de bloqueo 33 se puede girar el árbol de disco de válvula 31 y, con ello, el disco de válvula 30. Un cambio desde la posición abierta mostrada en la figura 3 a la posición cerrada se produce girando el árbol de disco de válvula 31 en 90°.

El accionamiento de bloqueo está conectado por señal con una unidad de control 36. La conexión de señal se puede cablear, como se indica en la figura 3. La conexión de señal entre el accionamiento de bloqueo 33 y la unidad de control 36 también puede realizarse de forma inalámbrica.

El diseño del disco de válvula 30 se explica con más detalle a continuación con referencia a la figura 4. La figura 4 muestra el disco de válvula 30 en la posición cerrada.

El disco de válvula 30 está adaptado a la extensión 28. En particular, el diámetro exterior D_a del disco de válvula 30 está adaptado a la extensión 28. En particular, el disco de válvula 30 está adaptado a la extensión 28 de tal manera que entre el diámetro exterior D_a del disco de válvula 30 y el diámetro interior D_i de la extensión 28 resulta un intersticio anular 37 con una anchura de intersticio S. Es ventajoso que el intersticio anular 37 presente una anchura de intersticio S que sea de 0,3 veces a 20 veces, en particular de 0,4 veces a 10 veces y, en particular, de 0,5 veces a 5 veces el tamaño medio de grano del material a granel.

El disco de válvula 30 está configurado esencialmente como disco cilíndrico con una superficie lateral superior 38 que, en la posición cerrada de acuerdo con la figura 4, está orientada hacia las zonas de salida 17, 20 de las instalaciones de mezcla 16, 19. Es ventajoso que la superficie lateral superior 38 presente un aplanamiento con un ángulo α en una zona marginal exterior. El aplanamiento puede extenderse a lo largo de toda la extensión del disco de válvula 30 o al menos por zonas a lo largo de la extensión de los discos de válvula 30. A lo largo de la extensión pueden estar previstas varias zonas de aplanamiento separadas. El ángulo α se sitúa en particular entre 10° y 70°, en particular entre 15° y 45° y, en particular, entre 20° y 30°. En la figura 5 se muestra un correspondiente diseño del disco de válvula.

Alternativamente, es concebible que una superficie lateral inferior 39 opuesta a la superficie lateral superior 38 presente también un correspondiente aplanamiento. Los aplanamientos de la superficie lateral superior 38 y de la superficie lateral inferior 39 también pueden realizarse con diferentes ángulos. En la figura 6 se representa un disco de válvula 30 aplanado por ambos lados.

La figura 7 muestra un disco de válvula 30 en el que las superficies laterales 38, 39 están redondeadas en la zona marginal exterior. El redondeo puede ser elíptico, como se muestra en la figura 7. Alternativamente también es posible un redondeo circular o de otra forma.

El área de sección transversal residual anular 26 está dimensionada de tal manera que el material a granel pueda fluir en flujo másico a través del silo de mezcla 4a de las instalaciones de mezcla 16, 19 bloqueadas. En particular, el área

de sección transversal residual 26 es tal que se garantiza un flujo másico del material a granel mayor o igual a la capacidad de extracción mínima del silo de mezcla 4a, en particular al menos dos veces, en particular al menos 3 veces, en particular al menos 5 veces, en particular al menos 10 veces y, en particular, como máximo 20 veces la capacidad de extracción mínima.

5 A continuación, se explica con más detalle el funcionamiento del silo de mezcla 4a. Inicialmente el silo de mezcla 4a trabaja en funcionamiento estándar, es decir, en funcionamiento de mezcla. Cuando comienza un cambio de producto, sale del extrusor un producto que (todavía) no presenta la propiedad de producto que se ha de ajustar. En el silo de mezcla 4a, las instalaciones de mezcla 16, 19 se bloquean mediante el disco de válvula 30 moviendo el disco de válvula 30 desde la posición abierta mostrada en la figura 3 a la posición cerrada mostrada en la figura 4. El silo de mezcla 4a trabaja en flujo másico según el principio de que "lo primero en entrar es lo primero en salir". El producto que ahora se descarga fuera del silo de mezcla 4a es un denominado producto "viejo" y se puede alimentar a un correspondiente contenedor de almacenamiento. El producto de transición generado como resultado del cambio de producto se puede descargar del silo de mezcla 4a a un contenedor de almacenamiento independiente. Tan pronto como se haya completado el cambio de producto y se haya descargado todo el producto de transición del silo de mezcla 4a, el silo de mezcla 4a se transfiere de nuevo del funcionamiento de flujo con flujo másico al funcionamiento de mezcla moviendo el disco de válvula 30 a la posición abierta. En primer lugar, se retira un producto mixto del silo de mezcla 4a, que es una mezcla de producto "nuevo" y producto "viejo" almacenado en las instalaciones de mezcla 16, 19. Este producto mixto también se puede descargar en el contenedor de almacenamiento independiente para el producto de transición. También es concebible prever un contenedor de almacenamiento adicional para este producto mixto.

25 Cuando el producto mixto se ha retirado completamente del silo de mezcla 4a, solo queda producto "nuevo" en el silo de mezcla 4a.

El producto "nuevo" se mezcla en el silo de mezcla 4a y se puede descargar en un contenedor de almacenamiento previsto para ello.

30 Debido a que el accionamiento de bloqueo 33 está conectado con la unidad de control 36, el proceso, es decir, el cambio entre el funcionamiento de mezcla y el funcionamiento de flujo, del silo de mezcla 4a puede efectuarse de manera controlada y, en particular, regulada. En particular, la unidad de control 36 está en conexión de señal con el reactor de fabricación 2, en particular con una extrusora, transmitiéndose una señal de control desde la extrusora a la unidad de control siempre que la producción del producto "antiguo" y/o del producto de transición se ha completado.

35 A continuación, se describe otra forma de realización de la invención con referencia a la figura 8. Las partes constructivamente idénticas reciben las mismas referencias que en las formas de realización anteriores, a cuya descripción se remite explícitamente. Partes constructivamente distintas, pero funcionalmente similares obtienen las mismas referencias con una letra b situada a continuación.

40 El silo de mezcla 4b se corresponde esencialmente con la forma de realización anterior de la figura 3. Una diferencia consiste en que el elemento de bloqueo 30b está dispuesto en el extremo inferior de la extensión 28 con la pieza terminal cónica 35. El elemento de bloqueo 30b está representado de forma puramente esquemática. El elemento de bloqueo 30b puede estar realizado como disco de válvula.

45 El silo de mezcla 4b presenta en la abertura de drenaje 15 un diámetro de drenaje D_0 . El área de sección transversal residual anular 26 presenta una anchura de intersticio anular B, que es la diferencia del diámetro interior D_i de la zona de salida de silo de mezcla 27 en el plano del área de sección transversal residual 26 y el diámetro exterior de la extensión 28 con pieza terminal cónica 35 en esta zona. Por longitud media de intersticio anular L se entiende la extensión media del área de sección transversal residual anular 26.

50 El contenedor base 12 presenta un diámetro interior D_S de 4,2 m. El silo de mezcla 4b presenta un volumen neto de 130 m³. La capacidad de extracción mínima del silo de mezcla 4b está fijada en 80 t/h de pellets de poliolefina. Los pellets de poliolefina presentan una densidad de producto a granel de 550 kg/m³ y un diámetro de partícula de 3,5 mm. Esto da como resultado un coeficiente empírico de descarga $C = 0,58$ y el coeficiente empírico de partícula $k = 1,6$.

Los restantes datos geométricos del silo de mezcla 4b son:
 $r = 0,545$ m, $D_0 = 0,31$ m, $B = 0,0454$ m y $L = 1,566$ m.

60 De acuerdo con la ecuación de Beverloo (1), resulta un flujo másico máximo para el silo de mezcla 4b a través del diámetro de drenaje D_0 de 184 t/h, que es mayor que la capacidad de extracción mínima, de modo que no hay limitación para el silo de mezcla 4b cuando las instalaciones de mezcla 16, 19 están abiertas.

65 Si las instalaciones de mezcla 16, 19 se cierran mediante el elemento de bloqueo 30b y el material a granel fluye exclusivamente a través del área de sección transversal residual, se produce un flujo másico a través del área de sección transversal residual 26 de acuerdo con la ecuación de Nedderman de 80,3 t/h.

El silo de mezcla 4b con los datos geométricos mencionados permite un flujo másico a través del área de sección transversal residual 26 mayor que la capacidad de extracción mínima.

5 A continuación, con referencia a la figura 9, se describe otra forma de realización de la invención. Las partes constructivamente idénticas reciben las mismas referencias que en las formas de realización anteriores, a cuya descripción se remite explícitamente. Partes constructivamente distintas, pero funcionalmente similares obtienen las mismas referencias con una letra c situada a continuación.

10 El silo de mezcla 4c está realizado como un llamado mezclador de tubo. De acuerdo con el ejemplo de realización mostrado, el mezclador de tubo presenta dos tubos de mezcla 40, que representan una instalación de mezcla en cada caso. Los tubos de mezcla 40 están dispuestos en particular en la pared interior del contenedor silo 11 y, en particular, están fijados a este. Los tubos de mezcla 40 están dispuestos de manera diametralmente opuesta entre sí con respecto al eje longitudinal 10. También se pueden prever menos o más de dos tubos de mezcla 40. La disposición de los tubos de mezcla 40 entre sí, en particular una distancia de los tubos de mezcla 40 en dirección circunferencial alrededor del eje longitudinal 10, puede seleccionar distinta.

15 Los tubos de mezcla 40 desembocan en el recipiente colector 28. En el extremo inferior del recipiente colector está dispuesto el elemento de bloqueo 30c, que puede estar realizado en particular como disco de válvula adaptado. De acuerdo con el ejemplo de realización mostrado, el recipiente colector 28 está realizado cilíndrico. Es concebible estrechar la salida del recipiente colector 28 de forma cónica, en particular para poder realizar el elemento de bloqueo 30c de manera compacta.

20 Los tubos de mezcla 40 presentan en cada caso al menos una abertura lateral 41 que está orientada hacia el interior del contenedor silo 11. El material a granel del contenedor silo 11, en particular del contenedor base 12, puede pasar a través de las aberturas 41 a un tubo de mezcla 40. De acuerdo con el ejemplo de realización mostrado, las aberturas 41 en los tubos de mezcla 40 están dispuestas en cada caso a la misma altura, es decir, en la misma posición axial con respecto al eje longitudinal 10. Es concebible que las aberturas 41 estén dispuestas en diferentes posiciones axiales con respecto al eje longitudinal 10. En particular, es concebible que en un tubo de mezcla 40 estén previstas varias aberturas 41. En un tubo de mezcla 40 pueden estar dispuestas varias aberturas 41 en el tubo de mezcla 40 de forma diferente con respecto a la posición axial del eje longitudinal 10. También es concebible que varias aberturas 41 en el tubo de mezcla 40 estén dispuestas a la misma altura con respecto al eje longitudinal 10, pero en diferentes posiciones circunferenciales del tubo de mezcla 40.

25 Los tubos de mezcla 40 presentan en cada caso una sección transversal circular. Otras formas de sección transversal son posibles.

30 A continuación, con referencia a la figura 10, se describe otra forma de realización de la invención. Las partes constructivamente idénticas reciben las mismas referencias que en las formas de realización anteriores, a cuya descripción se remite explícitamente. Partes constructivamente distintas, pero funcionalmente similares obtienen las mismas referencias con una letra d situada a continuación.

35 El silo de mezcla 4d es un mezclador tubular. Los tubos de mezcla 40 discurren parcialmente por dentro y parcialmente por fuera del contenedor silo 11.

40 Una diferencia con respecto a la forma de realización anterior es que los elementos de bloqueo 42 están dispuestos en cada caso dentro del tubo de mezcla 40. Los elementos de bloqueo 42 están dispuestos en cada caso aguas arriba del recipiente colector 28. Una disposición de este tipo de los elementos de bloqueo 42 es ventajosa en el ejemplo de realización mostrado, ya que la salida de cono 43 de la sección de base 13 desemboca también en el recipiente colector 28. Esto garantiza que, cuando se bloquean los tubos de mezcla 40, se desconecta el funcionamiento de mezcla y se mantiene una descarga uniforme en el flujo másico del silo de mezcla 4d, ya que la salida cónica 43 está libre, es decir, no cerrada.

45 Para el diseño del silo de mezcla 4d, en particular para el tamaño del diámetro de descarga D_r , se puede utilizar la ecuación de Beverloo modificada (1). Los datos para el silo de mezcla 4d se muestran de acuerdo con el ejemplo de realización mostrado:
 $M = 80 \text{ t/h}$, $C = 0,58$, $\rho = 550 \text{ kg/m}^3$, $k = 1,6$, $d = 3,5 \text{ mm}$.

50 Correspondientemente, existe un tamaño mínimo para el diámetro de drenaje de 0,224 m, de modo que el flujo másico en el funcionamiento de flujo sea mayor o igual a la capacidad mínima de extracción.

55 A continuación, con referencia a la figura 11, se describe otra forma de realización de la invención. Las partes constructivamente idénticas reciben las mismas referencias que en las formas de realización anteriores, a cuya descripción se remite explícitamente. Partes constructivamente distintas, pero funcionalmente similares obtienen las mismas referencias con una letra e situada a continuación.

60

El silo de mezcla 4e está realizado como mezclador tubular con un tubo de mezcla central 16e.

5 El elemento de bloqueo 30e está dispuesto en el extremo inferior del tubo de mezcla 16e. El tubo de mezcla 16e presenta en el extremo inferior una pieza terminal cónica 44. En particular, el elemento de bloqueo 30e está dispuesto en el extremo de la pieza terminal cónica 44. El tubo de mezcla central 16e penetra en la zona de salida cónica 34 del silo de mezcla 4e. En particular, el elemento de bloqueo 30e está dispuesto en la abertura de drenaje inferior 15 del silo de mezcla 4e.

10 En el tubo de mezcla 16e están dispuestas varias aberturas 41, que están dispuestas en particular en diferentes posiciones en dirección axial y en dirección circunferencial con respecto al eje longitudinal 10. Opcionalmente es posible cerrar al menos una de las aberturas 41 con un elemento de bloqueo adicional 45 para evitar que entre material a granel desde el contenedor silo 11 al tubo de mezcla 16. También es concebible dotar todas las aberturas 41 de elementos de bloqueo 45. En este caso es concebible prescindir del elemento de bloqueo inferior 30e.

15 De acuerdo con el ejemplo de realización mostrado, en el tubo de mezcla 16e, que está dispuesto aguas arriba del elemento de bloqueo 30e, está previsto otro elemento de bloqueo 46. El elemento de bloqueo 46 sirve en particular para impedir un flujo de material a granel en el tubo de mezcla 16e a través de las aberturas 41 dispuestas por encima del elemento de bloqueo 46. En particular, los elementos de bloqueo 45, 46 permiten influir en el comportamiento de mezclado del silo de mezcla 4e durante el funcionamiento de mezcla.

20 A continuación, con referencia a la figura 12, se describe otra forma de realización de la invención. Las partes constructivamente idénticas reciben las mismas referencias que en las formas de realización anteriores, a cuya descripción se remite explícitamente. Partes constructivamente distintas, pero funcionalmente similares obtienen las mismas referencias con una letra f situada a continuación.

25 El silo de mezcla 4f está realizado como mezclador tubular con un tubo de mezcla central 16f. El tubo de mezcla 16f presenta una altura de construcción, es decir, una extensión longitudinal a lo largo del eje longitudinal 10, que se corresponde esencialmente con la altura constructiva del cono de mezcla del mezclador cónico de acuerdo con la figura 2. En particular, la altura constructiva del tubo de mezcla 16f se sitúa entre el 80 % y el 120 % de la altura constructiva del cono de mezcla, en particular entre el 90 % y el 110%.

30 En el tubo de mezcla 16f está prevista al menos una abertura 41, en particular varias aberturas 41, que forman la entrada del tubo de mezcla 16f. Las aberturas 41 están dispuestas en un extremo del tubo de mezcla 16f opuesto a la abertura de drenaje inferior 15. Las aberturas 41 están dispuestas en la pared envolvente del tubo de mezcla 16f. Adicional o alternativamente, se puede prever al menos una abertura frontalmente en el extremo superior del tubo de mezcla 16f.

35 En particular, el tubo de mezcla 16f está cerrado en su extremo superior 47 opuesto a la abertura de drenaje inferior 15. Un capuchón 48 sirve como elemento de bloqueo y puede desplazarse con respecto al tubo de mezcla 16f. El capuchón 48 presenta una sección anular cilíndrica 49, cuyo diámetro interior es al menos tan grande como el diámetro exterior del tubo de mezcla 16f. En la disposición mostrada en la figura 12, la sección anular 49 se solapa con las aberturas 41. Esto significa que se impide que el material a granel del contenedor silo 11 fluya hacia el tubo de mezcla 16f. En la disposición mostrada el tubo de mezcla 16f se encuentra bloqueado por el elemento de bloqueo 48.

40 El capuchón 48 se puede mover a lo largo del eje longitudinal 10 mediante un accionamiento elevador 50. El accionamiento elevador 50 es en particular un accionamiento de elevación lineal, en particular un accionamiento neumático. Al accionar el accionamiento elevador, el capuchón 48 se desplaza en dirección 52 opuesta al tubo de mezcla 16f, es decir, en una dirección opuesta a la abertura de drenaje inferior 15. De este modo se liberan las aberturas 41 de la sección anular 49, de modo que es posible un flujo de material a granel a través de las aberturas 41 hacia el interior del tubo de mezcla 16f.

45 El capuchón 48 presenta una sección cónica superior 51. Esto garantiza que el material a granel en el contenedor silo 11 pueda fluir a lo largo del capuchón 48 sin retenciones. El capuchón 48 está realizada en particular de una sola pieza. El elemento de accionamiento lineal 50 se engrana en particular en la sección cónica 51 del capuchón 48.

50 Alternativamente, también es posible prever aberturas en la sección cilíndrica 49, que se corresponden esencialmente con las aberturas 41 en el tubo de mezcla 16f. Así es posible un desplazamiento del capuchón 48 entre la disposición abierta y bloqueada mediante giro del capuchón 48 alrededor del eje longitudinal 10. Si las aberturas del capuchón 48 y las aberturas 41 del tubo de mezcla 16f están al menos parcialmente alineadas, es posible un flujo de material a granel al interior del tubo de mezcla 16f. En este caso no es necesario el uso del accionamiento elevador 50. Correspondientemente, el accionamiento elevador puede sustituirse por un accionamiento giratorio que permita que el capuchón 48 gire con respecto al tubo de mezcla 16f.

55 El movimiento de elevación y/o los posibles movimientos de rotación del capuchón 48 se muestran esquemáticamente mediante flechas de movimiento 52 en la figura 12.

ES 2 988 516 T3

Alternativamente, también es posible cerrar el extremo superior 47 del tubo de mezcla 16f mediante una instalación estática, por ejemplo, un capuchón con forma cónica. En las aberturas 41 se pueden disponer así elementos de bloqueo 45, como se explicó en la forma de realización anterior.

- 5 De acuerdo con la forma de realización mostrada, adicionalmente al elemento de bloqueo 48 en la entrada del tubo de mezcla 16f, el elemento de bloqueo 30f está dispuesto en el extremo inferior del tubo de mezcla 16f, es decir, en la salida. También se puede prescindir de este elemento de bloqueo 30f, en particular si la entrada se puede bloquear mediante al menos un elemento de bloqueo 45, 48.
- 10 La principal ventaja de disponer los elementos de bloqueo 45, 48 en la entrada del tubo de mezcla 16f es que se puede evitar que se estanque producto en el tubo de mezcla 16f. Esto minimiza el riesgo y en particular evita que el material a granel estancado quede retenido en el tubo de mezcla 16f y no pueda retirarse de nuevo o solo pueda retirarse con gran esfuerzo.

REIVINDICACIONES

1. Silo de mezcla para material a granel, que comprende

- 5 a. un contenedor silo (11),
 b. una instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e) para mezclar el material a granel,
 c. al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) para bloquear la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f), pudiendo desplazarse el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) entre una posición de cierre en la que se impide un flujo de material a granel a través de la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e) y el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) presenta una función de flujo, y una posición de apertura en la que es posible un flujo de material a granel a través de la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e) y el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) presenta una función de mezcla,
- 10 de la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e) y el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) presenta una función de flujo, y una posición de apertura en la que es posible un flujo de material a granel a través de la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e) y el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) presenta una función de mezcla,
- 15 - estando dispuesto el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) sobre y/o en la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f), estando dispuesto el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) en la salida de la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f),
 - presentando el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) una capacidad de extracción mínima,
 - presentando el contenedor silo (11) un área de sección transversal residual (26) que limita el contenedor silo (11) cuando la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f) está bloqueada de tal manera que una masa el flujo del material a granel garantiza la función de flujo y siendo mayor o igual a la capacidad mínima de extracción del silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f), representando el área de sección transversal residual (26) limitante un área de sección transversal mínima del contenedor silo (11) a lo largo de la dirección de flujo (24) del material a granel,
- 20 **caracterizado por que** la instalación de mezcla está fijada en el contenedor silo, y por que la capacidad mínima de extracción es de al menos 20 t/h para el material a granel de plástico que comprende polvo con una granulometría media comprendida entre 50 µm y 2000 µm y/o granulado con una granulometría media de 1500 µm a 6000 µm.
- 25 **caracterizado por que** la instalación de mezcla está fijada en el contenedor silo, y por que la capacidad mínima de extracción es de al menos 20 t/h para el material a granel de plástico que comprende polvo con una granulometría media comprendida entre 50 µm y 2000 µm y/o granulado con una granulometría media de 1500 µm a 6000 µm.
- 30 2. Silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el contenedor silo (11) presenta un contenedor base (12), en particular realizado cilíndricamente, y presenta una sección de base (13), en particular cónica.
- 35 3. Silo de mezcla de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la instalación de mezcla presenta al menos un tubo de mezcla (16; 40; 16e; 16f) y/o al menos un cono de mezcla (19).
- 40 4. Silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** el al menos un tubo de mezcla (16; 40; 16e; 16f) y/o el al menos un cono de mezcla (19) desembocan en un recipiente colector (28), estando dispuesto en particular el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) sobre y/o en el recipiente colector (28).
- 45 5. Silo de mezcla de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** un accionamiento de bloqueo (33) conectado al al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) para el accionamiento motorizado del al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48).
- 50 6. Silo de mezcla de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por** una unidad de control (36) en conexión de señal con el accionamiento de bloqueo (33) para accionar automáticamente el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48).
- 55 7. Silo de mezcla de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46) está realizado como disco de válvula (30).
8. Instalación de fabricación con
- 60 a. un reactor de fabricación (2) para fabricar material a granel,
 b. un silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
 c. una unidad de alimentación (3) para alimentar material a granel, en particular desde el reactor de fabricación (2), al silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f).
- 65 9. Instalación de fabricación de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada por** una unidad de recirculación (9) que conecta la unidad de descarga (5) con la unidad de alimentación (3) para la recirculación del material a granel.
10. Procedimiento para el funcionamiento de un silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende las etapas del procedimiento
- alimentación de material a granel al silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f),

- mezcla del material a granel en el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) mediante la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f),
 - bloqueo de la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f) mediante el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48), pudiendo moverse el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) entre una posición cerrada en la que se impide un flujo de material a granel a través de la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e) y el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) presenta una función de flujo, y una posición abierta en la que es posible un flujo de material a granel a través la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e) y el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) presenta una función de mezcla, estando dispuesto el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) sobre y/o en la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f), estando dispuesto el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) en la salida de la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f),
 - transporte del material a granel desde el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) con la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f) bloqueada sobre el área de sección transversal residual (26) limitante y el área de sección transversal de salida en la salida del contenedor silo, de modo que un flujo másico del material a granel garantice la función de flujo y sea mayor o igual que la capacidad mínima de extracción de al menos 20 t/h para el material a granel de plástico que comprende polvo con un tamaño de grano promedio entre 50 µm y 2000 µm y/o gránulos con un tamaño de grano promedio de 1500 µm a 6000 µm del silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f).
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** el bloqueo se produce cuando se va a realizar un cambio de tipo de material a granel y/o la clase de calidad del material a granel, en particular al comienzo del cambio.
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que**, para bloquear la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f) se utilizan varios elementos de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48), en particular todos.
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** el al menos un elemento de bloqueo (18, 21; 30; 30b; 30c; 30d, 42; 30e, 45, 46; 45, 48) se abre de nuevo después de un tiempo de cambio (t) que se puede ajustar de forma variable.
14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado por que** el tiempo máximo de permanencia del material a granel en el silo de mezcla (4; 4a; 4b; 4c; 4d; 4e; 4f) con la instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f) bloqueada es de 1,0 veces a 1,4 veces el tiempo de permanencia máximo de un contenedor silo idéntico sin instalación de mezcla (16, 19; 40; 16e; 16f).

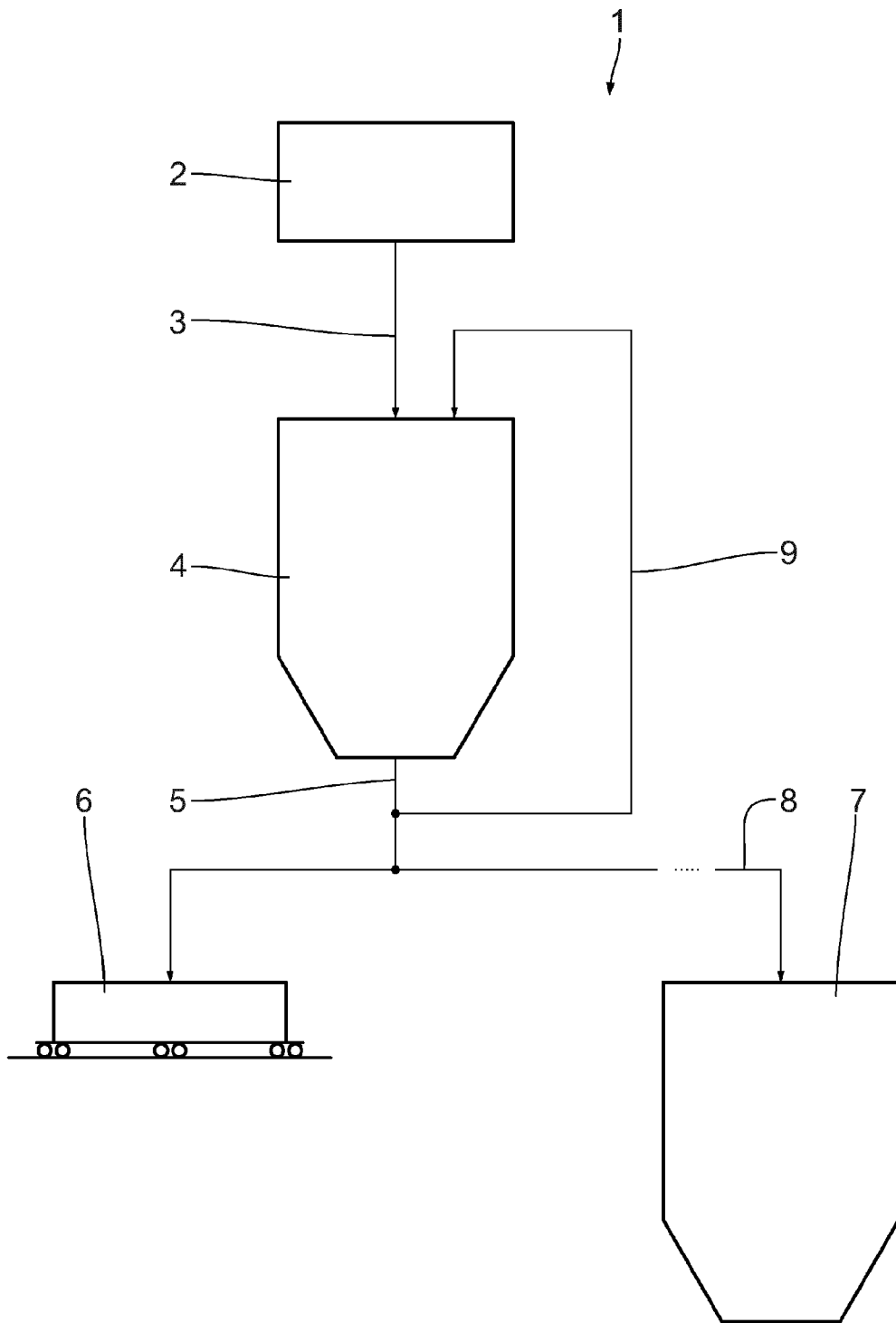


Fig. 1

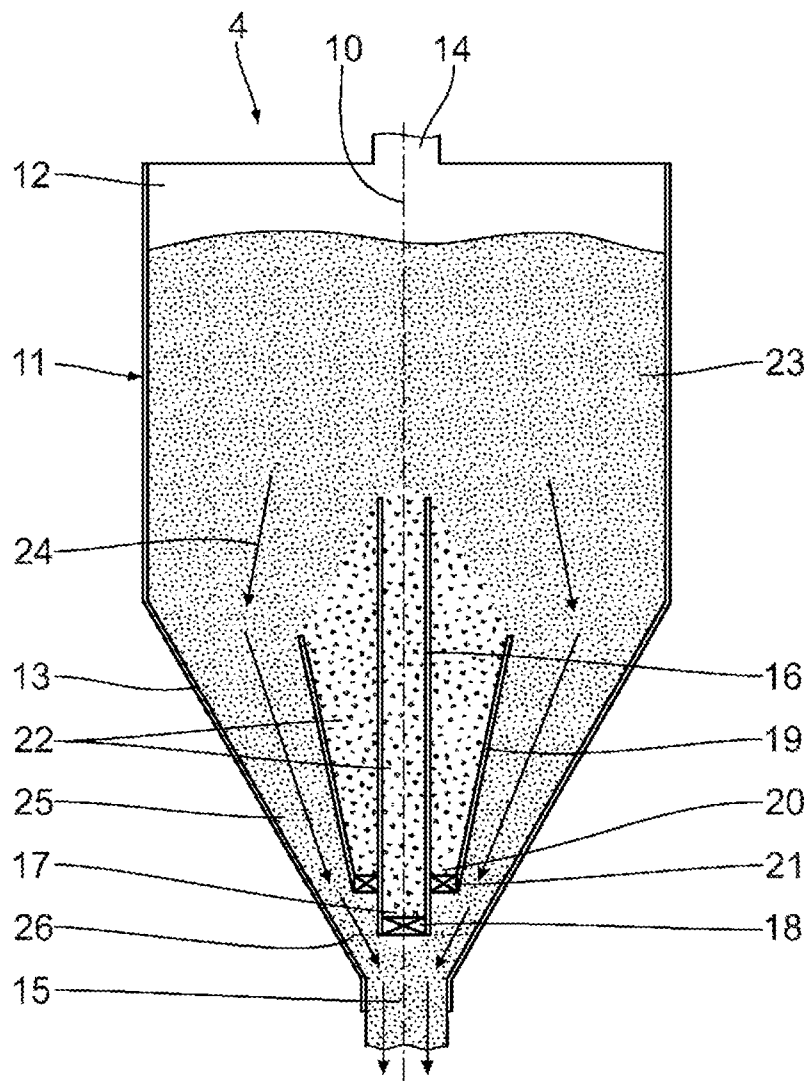


Fig. 2

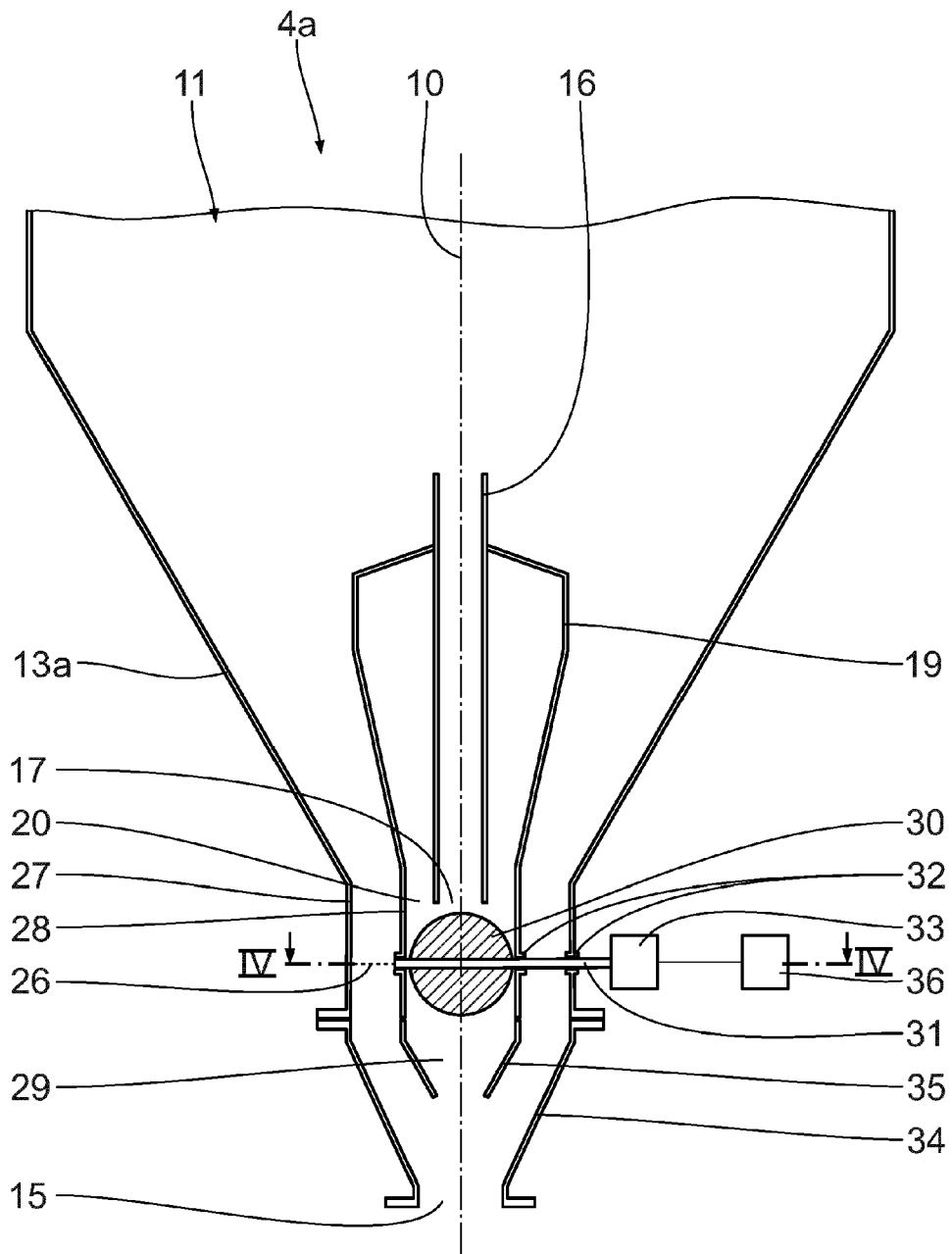


Fig. 3

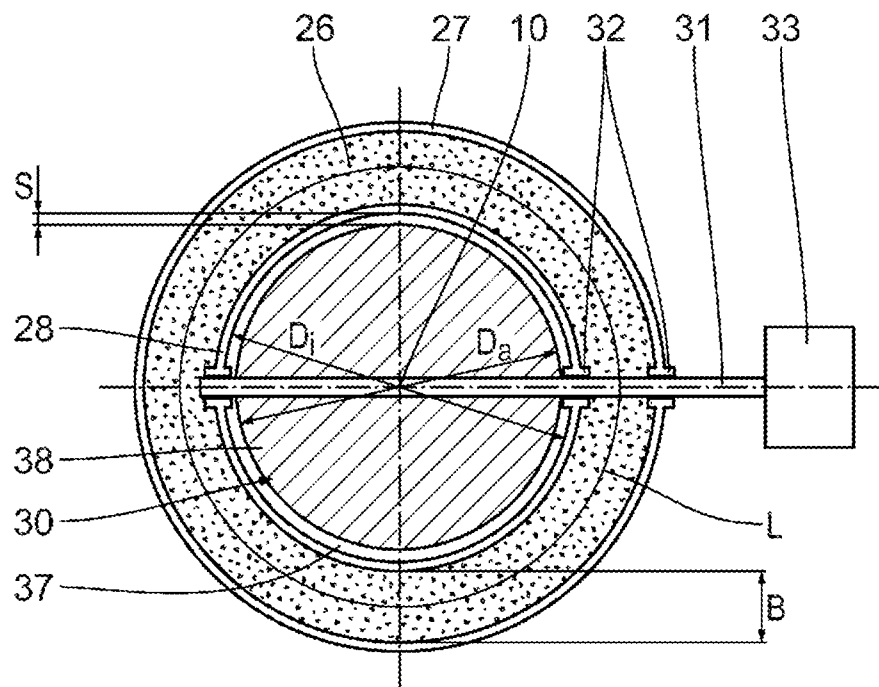


Fig. 4

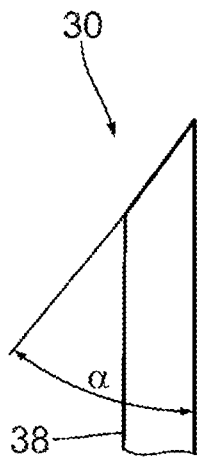


Fig. 5

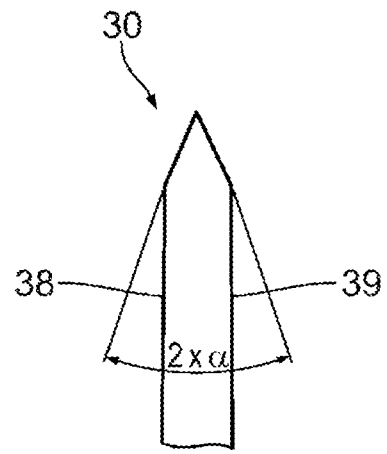


Fig. 6

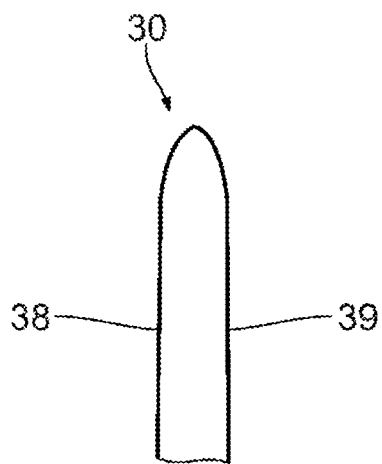


Fig. 7

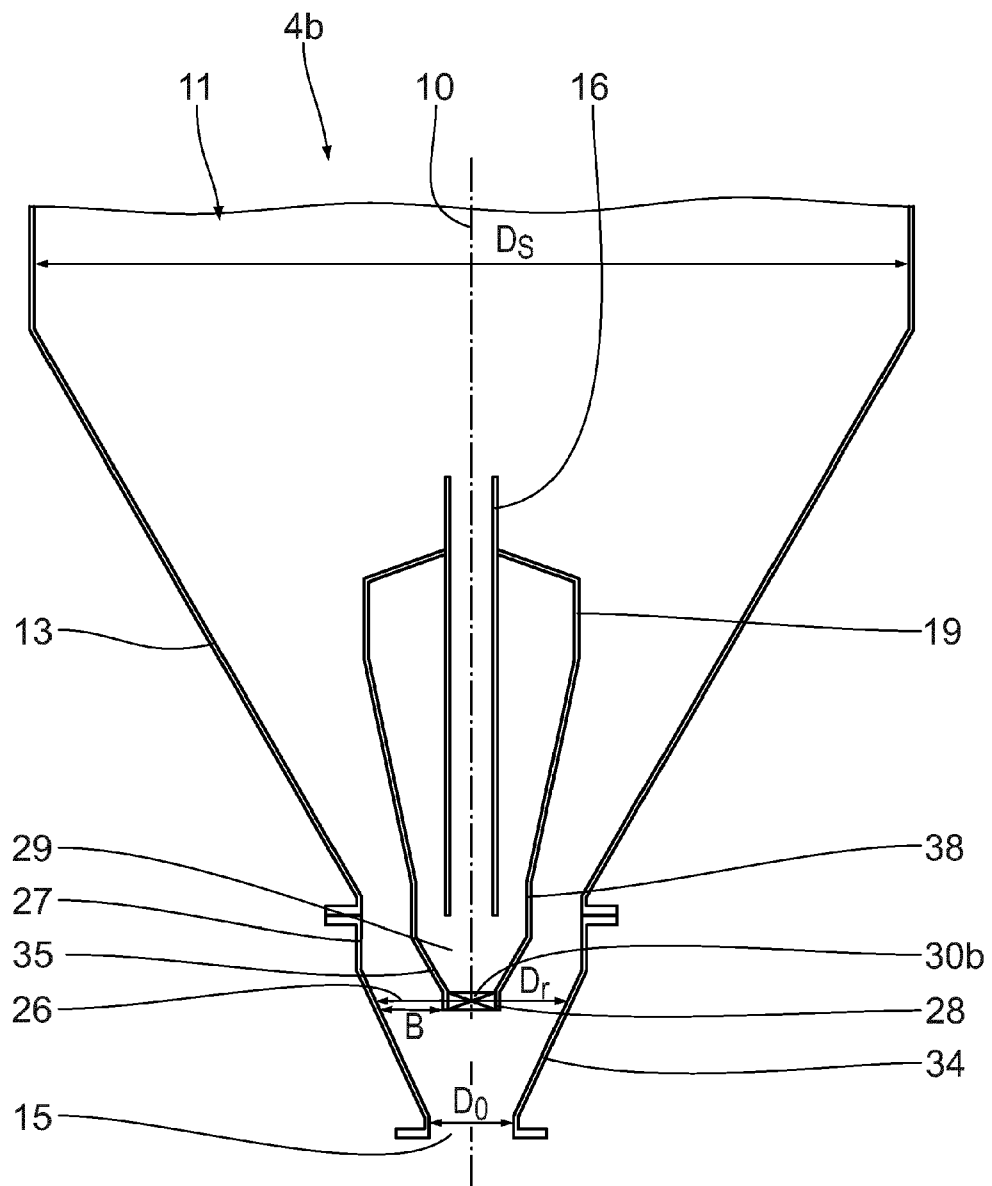


Fig. 8

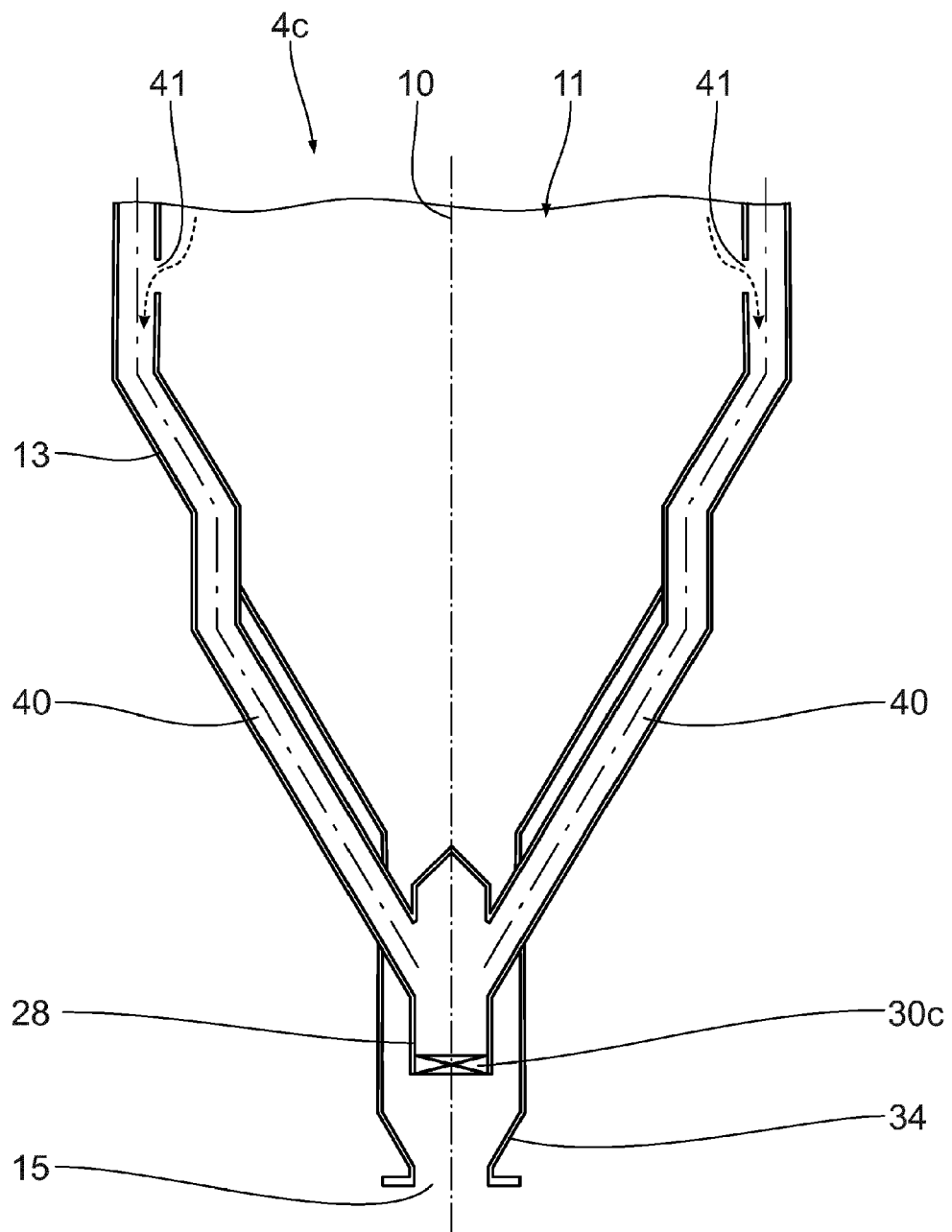


Fig. 9

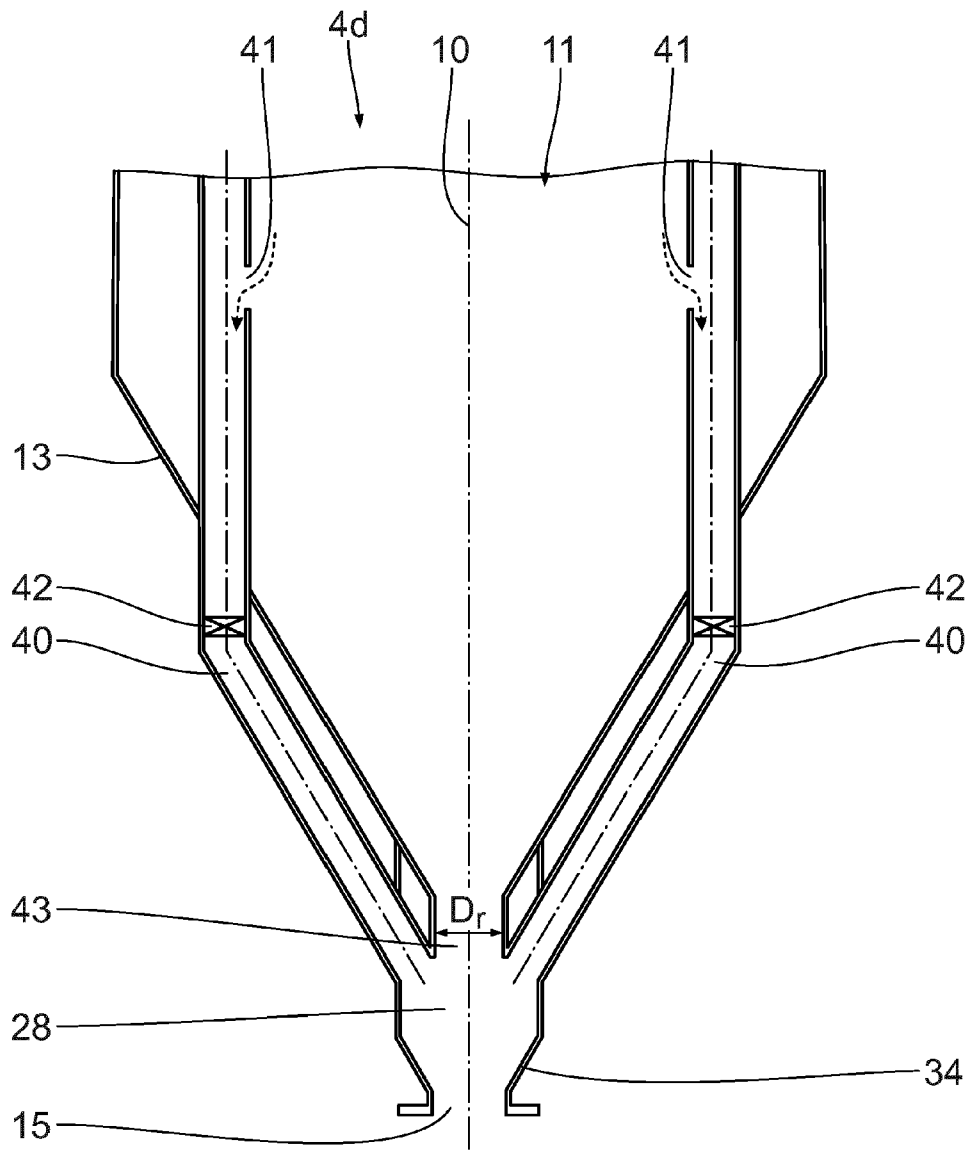


Fig. 10

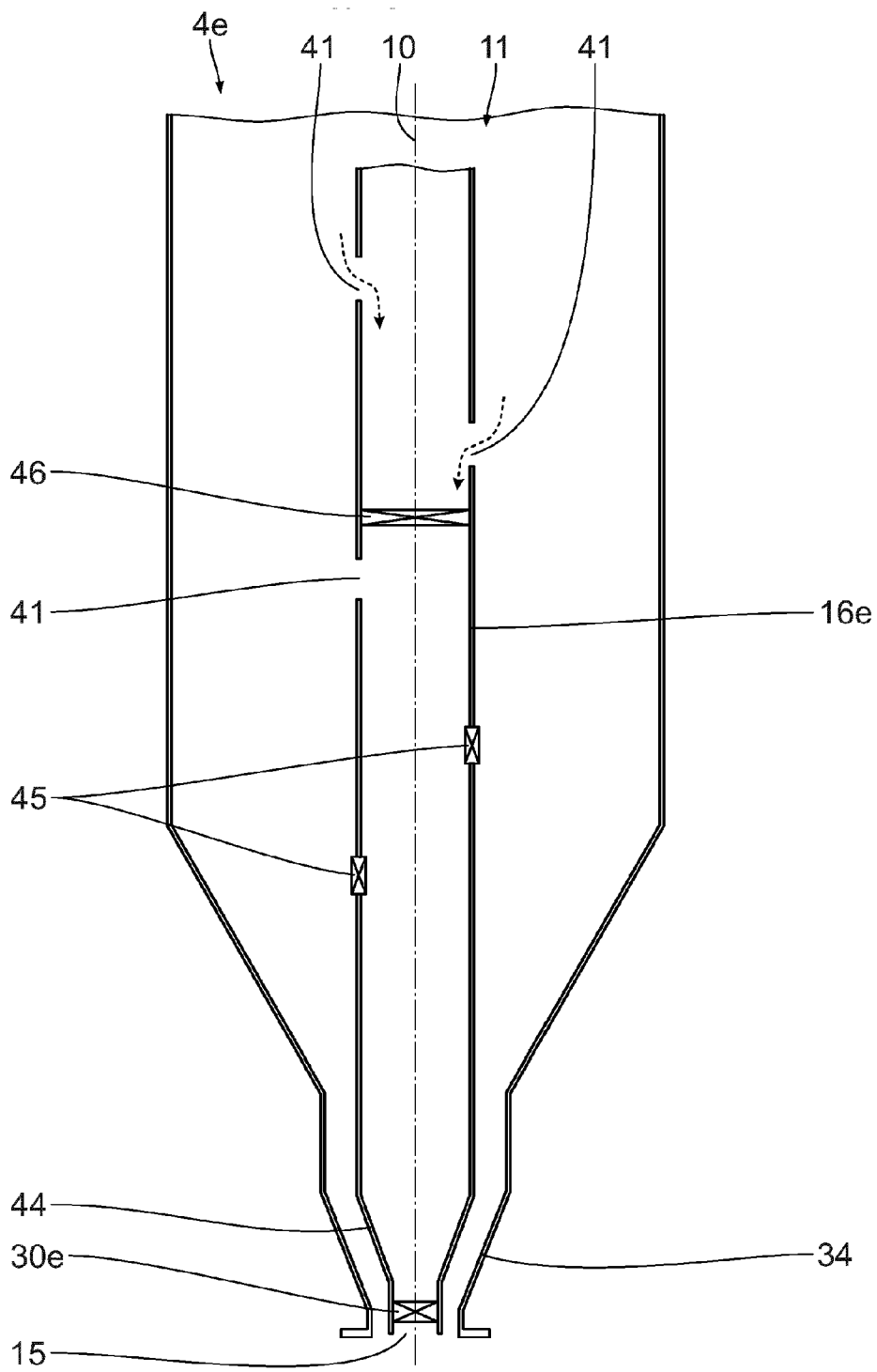


Fig. 11

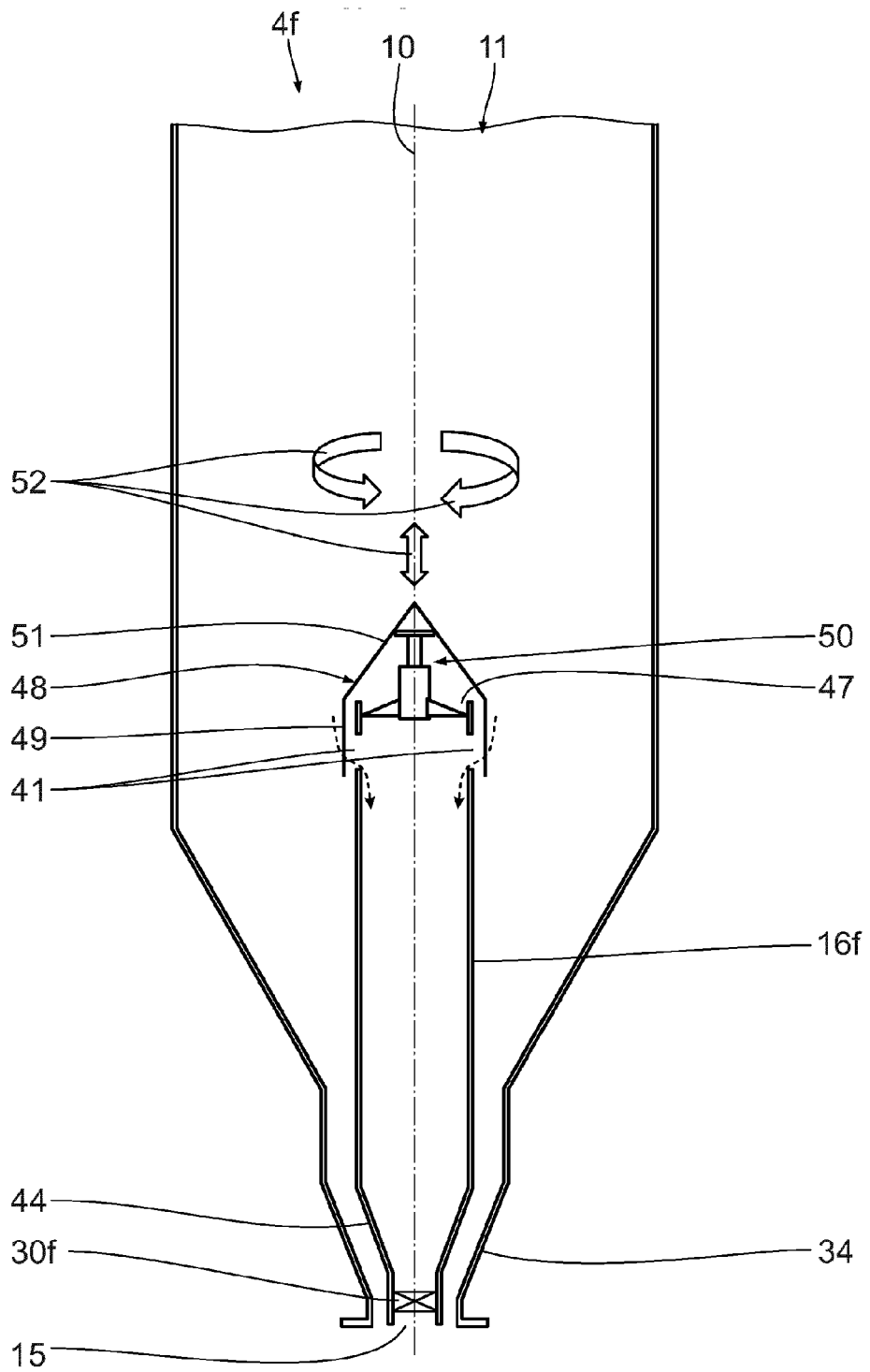


Fig. 12