

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 485**

51 Int. Cl.:

G01F 1/80 (2006.01)

G01F 1/76 (2006.01)

G01F 1/74 (2006.01)

G01F 1/34 (2006.01)

B05B 7/14 (2006.01)

B05B 12/00 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2021** **E 21193945 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024** **EP 4141390**

54 Título: **Dispositivo de medición para medir un flujo másico de polvo de recubrimiento que se puede generar con gas comprimido en una línea de polvo y equipo de transporte para polvo de recubrimiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.07.2024

73 Titular/es:

WAGNER INTERNATIONAL AG (100.0%)
Industriestrasse 22
9450 Altstätten, CH

72 Inventor/es:

SEITZ, KURT;
LUZI, KEVIN;
TOPP, MICHAEL y
SCHMID, RENE

74 Agente/Representante:

BUENO FERRÁN, Ana María

ES 2 975 485 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

Dispositivo de medición para medir un flujo másico de polvo de recubrimiento que se puede generar con gas comprimido en una línea de polvo y equipo de transporte para polvo de recubrimiento

5

Campo técnico

La invención se refiere a un dispositivo de medición para medir un flujo másico de polvo de recubrimiento que se puede generar con gas comprimido en una línea de polvo y a un equipo de transporte para polvo de recubrimiento.

10

Estado de la técnica

Por los documentos DE 10 2017 103 316 A1, DE 10 2018 133 713 A1, WO 2009/037540 A2, DE 10 2005 006 522 B3, EP 2 77 821 A1, WO 2003/024612 A1, DE 102 47 829 A1, WO 2005/051549 A1, EP 3 238 832 A1, DE 103 00 280 A1, DE 103 53 968 A1, WO 2014/161718 A1, WO 2014/202342 A1 y el manual de instrucciones, edición 11/2020, Wagner GmbH, 88677 Markdorf, número de pedido DOC2368103 se conocen dispositivos de transporte para transportar polvo de recubrimiento. Estos dispositivos de transporte tienen en común que transportan el polvo de recubrimiento a través de una línea de polvo utilizando aire comprimido. A este respecto, con el tiempo, los componentes del dispositivo de transporte pueden desgastarse, de modo que los parámetros del equipo de transporte cambian y, por lo tanto, con el tiempo también cambia el flujo másico de polvo de recubrimiento realmente transportado. Hasta la fecha no se conoce ninguna solución para detectar este cambio en el flujo másico del polvo de recubrimiento debido al desgaste.

15

20

El documento US6176647 B1 describe un medidor de flujo másico de polvo que comprende un tubo de medición con una entrada y una salida, un equipo de introducción de polvo para introducir polvo en el tubo de medición, un equipo de dispersión para cortar sucesivamente el extremo de una columna de polvo en capas delgadas y un sensor para medir una diferencia de presión entre la entrada y la salida del tubo de medición.

25

Descripción de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo de medición para medir un flujo másico de polvo de recubrimiento que se puede generar con gas comprimido en una línea de polvo, con el que se puede determinar en cualquier momento el flujo másico real e instantáneo de polvo de recubrimiento.

30

El dispositivo de medición de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que con él se pueden determinar un posible error de medición que pueda aparecer con el tiempo, por ejemplo debido al desgaste de componentes. Esta información sobre el error de medición se puede utilizar, por ejemplo, para indicar al personal de servicio que se ha producido un error de medición. La información también se puede utilizar para adaptar manual o automáticamente los parámetros de transporte de un transportador de polvo. Esto permite ventajosamente mantener la calidad del recubrimiento en un nivel constantemente alto.

35

40

Con el dispositivo de medición de acuerdo con la invención se puede determinar el grado de desgaste del dispositivo de transporte para poder tomar medidas adecuadas si el desgaste ha superado un determinado nivel.

45

El objetivo se soluciona mediante un dispositivo de medición para medir un flujo másico de polvo de recubrimiento que se puede generar con gas comprimido en una línea de polvo con las características indicadas en la reivindicación 1.

El dispositivo de medición de acuerdo con la invención para medir un flujo másico de polvo de recubrimiento que se puede generar con gas comprimido en una línea de polvo comprende una unidad de control y evaluación que está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que puede cambiar entre un modo de compensación (*offset*) y un modo operativo. En el modo de compensación, la unidad de control y evaluación garantiza que un equipo de ajuste aplique gas comprimido a la línea de polvo e impida el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo, y que luego un sensor de presión registre la presión en la línea de polvo. La unidad de control y evaluación interpreta la presión registrada como un valor de presión de compensación. En el modo operativo, la unidad de control y evaluación garantiza que el equipo de ajuste libere el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo y luego determine el flujo másico de polvo de recubrimiento que fluye a través de la línea de polvo mediante la presión registrada por el sensor de presión en la línea de polvo, el valor de presión de compensación y un valor de corrección.

50

55

Se obtienen perfeccionamientos ventajosos de la invención a partir de las características indicadas en las reivindicaciones dependientes.

60

En una forma de realización del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, el equipo de ajuste comprende una fuente de gas comprimido.

65

En otra forma de realización del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, el equipo de ajuste comprende un elemento de bloqueo.

- 5 En otra forma de realización del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, la unidad de control y evaluación está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que cambia repetidamente al modo de compensación y determina nuevamente el valor de presión de compensación.
- 10 En otra forma de realización del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, la unidad de control y evaluación está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que determina nuevamente el flujo másico de polvo de recubrimiento.
- 15 Además, en el dispositivo de medición puede estar previsto que la unidad de control y evaluación esté configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que pueda cambiar a un modo de calibración. En el modo de calibración, se asegura que el equipo de ajuste libere el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo durante un cierto período de tiempo, después el sensor de presión registra la presión en la línea de polvo durante este tiempo y la unidad de control y evaluación interpreta la presión registrada como otro valor de presión. La unidad de control y evaluación determina el valor de corrección basándose en la masa de polvo de recubrimiento que fluyó durante este período de tiempo a través de la línea de polvo y en los dos valores de presión.
- 20 En un perfeccionamiento del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, la unidad de control y evaluación está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que cambia repetidamente al modo de calibración y determina nuevamente el valor de corrección.
- 25 En otro perfeccionamiento del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, la unidad de control y evaluación está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que, si el valor de corrección recién determinado difiere del valor de corrección anterior, lo adapta y/o señala la desviación.
- 30 En un perfeccionamiento adicional del dispositivo de medición de acuerdo con la invención está previsto un sensor de polvo para detectar si fluye polvo de recubrimiento a través de la línea de polvo.
- 35 En otro perfeccionamiento del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, el sensor de polvo está dispuesto en un aplicador de pulverización conectado a la línea de polvo. Esto permite distinguir claramente si realmente se está pulverizando polvo. Si el sensor de polvo está situado cerca del dispositivo de transporte, al menos resulta más difícil registrar si realmente se está pulverizando polvo. Las razones de esto podrían ser, por ejemplo, que la línea de polvo tenga una fuga o se haya salido del manguito. Esto provocaría que una pieza de trabajo no quedara suficientemente revestida.
- 40 En el dispositivo de medición de acuerdo con la invención el sensor de polvo está configurado preferentemente como sensor de influencia o como sensor óptico.
- 45 En un perfeccionamiento adicional del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, la unidad de control y evaluación está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que calcula un valor de presión suavizado a partir de varios de los valores de presión registrados por el sensor de presión. Por valor de presión suavizado se entiende, por ejemplo, un valor de presión promediado en el tiempo.
- 50 El dispositivo de transporte de polvo de recubrimiento de acuerdo con la invención comprende el dispositivo de medición mencionado anteriormente y un transportador de polvo que puede hacerse funcionar con gas comprimido que está conectado en el lado de salida con la línea de polvo. Además está previsto que mediante el equipo de ajuste se pueda impedir el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo.
- 55 En un perfeccionamiento del dispositivo de transporte de acuerdo con la invención, la línea de polvo está conectada en el lado de salida con un aplicador de pulverización.
- 60 En otro perfeccionamiento del dispositivo de transporte de acuerdo con la invención, la fuente de gas comprimido presenta un elemento de bloqueo de gas comprimido.
- 65 En un perfeccionamiento adicional del dispositivo de transporte de acuerdo con la invención, la fuente de gas comprimido presenta un regulador de flujo volumétrico que está previsto para mantener el flujo volumétrico de gas comprimido que se alimenta al transportador de polvo en un valor constante y predeterminable.
- En un perfeccionamiento adicional del dispositivo de transporte de acuerdo con la invención, el transportador de polvo presenta un inyector.
- En una forma de realización alternativa del dispositivo de transporte de acuerdo con la invención, el transportador de polvo presenta un recipiente de trabajo presurizable con una entrada de polvo y una salida de polvo, estando conectada la salida de polvo con el elemento de bloqueo. La línea de polvo presenta en el lado de entrada una entrada para el gas de transporte.

En una forma de realización adicional del dispositivo de transporte de acuerdo con la invención, la unidad de control y evaluación está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que controla la fuente de gas comprimido controlable de manera que se produce un flujo másico de polvo de recubrimiento específico.

5 En una forma de realización del dispositivo de transporte de acuerdo con la invención está previsto una línea de suministro de polvo, a través del cual se puede suministrar polvo de recubrimiento al transportador de polvo desde un recipiente de almacenamiento de polvo.

10 Ventajosamente, con el dispositivo de transporte de acuerdo con la invención para transportar polvo de recubrimiento se puede determinar también si la línea de polvo está obstruida.

Además, con el dispositivo de medición del dispositivo de transporte de acuerdo con la invención también se puede determinar si existe una fuga en la línea de polvo.

15 Otra ventaja del dispositivo de medición es que con él se puede registrar, durante el transporte del polvo de recubrimiento, si el polvo de recubrimiento fluye en aluvión a través de la línea de polvo.

Además, el dispositivo de medición tiene la ventaja de que con él se puede registrar si la línea de polvo en el dispositivo de recubrimiento está colocada de forma desfavorable o no óptima.

20 El procedimiento de acuerdo con la invención para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento con el dispositivo de medición especificado anteriormente comprende las siguientes etapas. La unidad de control y evaluación se lleva al modo de compensación. Usando el equipo de ajuste, a la línea de polvo se aplica gas comprimido y se impide el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo. El sensor de presión se utiliza para registrar la presión en la línea de polvo e interpretarla como un valor de presión de compensación. La unidad de control y evaluación se pone en modo operativo, el equipo de ajuste se utiliza para liberar el flujo del polvo de recubrimiento en la línea de polvo y el sensor de presión se utiliza para registrar la presión en la línea de polvo. Con ayuda de la presión registrada, el valor de presión de compensación y el valor de corrección con la unidad de control y evaluación se determina el flujo másico de polvo de recubrimiento que fluye a través de la línea de polvo.

30

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica a continuación con varios ejemplos de realización mediante 19 figuras.

35 La figura 1 muestra, en forma de diagrama de bloques, una primera forma de realización posible de un dispositivo de recubrimiento con una primera forma de realización posible del dispositivo de medición de acuerdo con la invención para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento.

40 La figura 2 muestra, en forma de un diagrama de bloques, una segunda forma de realización posible de un dispositivo de recubrimiento con una segunda forma de realización posible del dispositivo de medición de acuerdo con la invención para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento.

45 La figura 3 muestra, en forma de un diagrama de bloques, una tercera posible forma de realización del dispositivo de recubrimiento con el dispositivo de medición para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento.

La figura 4 muestra, en forma de un diagrama de bloques, una cuarta forma de realización posible del dispositivo de recubrimiento con una forma de realización posible adicional del dispositivo de medición de acuerdo para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento.

50 La figura 5 muestra una posible secuencia de un procedimiento de medición para los dispositivos de recubrimiento en un diagrama de flujo.

La figura 6 muestra un procedimiento secundario del procedimiento de medición en otro diagrama de flujo.

55 La figura 7 muestra una posible forma de realización del dispositivo de recubrimiento con un inyector.

La figura 8 muestra una posible forma de realización del dispositivo de recubrimiento de acuerdo con la figura 4.

La figura 9 muestra la estructura básica de un sensor de influencia.

60 La figura 10 muestra la estructura básica de un sensor de presión.

La figura 11 muestra una posible forma de realización de un acoplamiento de sensor, que puede ser parte del sensor de presión.

65 La figura 12 muestra el acoplamiento de sensor en una vista superior.

La figura 13 muestra el acoplamiento de sensor en una vista lateral en sección.

La figura 14 muestra el acoplamiento de sensor desde el frente.

La figura 15 muestra un carril con varios acoplamientos de sensor alineados sobre él.

La figura 16 muestra un ejemplo del curso del flujo másico de polvo de recubrimiento en función del flujo volumétrico de gas transportador para el dispositivo de recubrimiento de acuerdo con las figuras 1, 2 o 3.

La figura 17 muestra un ejemplo del curso del flujo másico de polvo de recubrimiento dependiendo del tiempo de apertura de la válvula de salida para el dispositivo de recubrimiento de acuerdo con la figura 4.

La figura 18 muestra la curva de presión en función del tiempo para varios eventos.

La figura 19 muestra una colocación de manguera ventajosa.

Modos de realización de la invención

El diagrama de bloques de la figura 1 muestra una primera forma de realización posible del dispositivo de recubrimiento con una primera forma de realización posible del dispositivo de transporte para polvo de recubrimiento y una primera forma de realización posible del dispositivo de medición para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} .

El dispositivo de recubrimiento para recubrir una pieza de trabajo con polvo de recubrimiento comprende el dispositivo de transporte con un transportador de polvo 1 y un recipiente de almacenamiento de polvo 6, desde el cual se puede alimentar el transportador de polvo 1 con polvo de recubrimiento 20 a través de una línea de polvo 7, 8. El transportador de polvo 1, que puede funcionar con gas comprimido, presenta una entrada de polvo 1.1 y una salida de polvo 1.2. Además está previsto un equipo de ajuste 16 con el que se puede cerrar la entrada de polvo 1.1 del transportador de polvo 1. El transportador de polvo 1 está conectado en el lado de salida con una línea de polvo 9, 10. A través de la línea de polvo 9, 10 a un aplicador de polvo 3 se suministra polvo de recubrimiento. Como aplicador de polvo o aplicador de pulverización 3 o, en resumen, como aplicador, puede servir, por ejemplo, una pistola pulverizadora de polvo manual o automática. Para poder medir la presión p reinante en la línea de polvo 9, 10 está previsto un sensor de presión 2.

El equipo de ajuste 16 comprende un elemento de bloqueo 4 que puede ser, por ejemplo, una válvula. El elemento de bloqueo 4 se encuentra en la línea de polvo 7, 8 y puede impedir o liberar el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo 7, 8. El elemento de bloqueo 4 se controla a través de una unidad de control y evaluación 15. La unidad de control y evaluación 15 se puede conectar con el equipo de ajuste 16 por cable o de forma inalámbrica. La conexión con el elemento de bloqueo 4 se indica con el número 4 enmarcado debajo del control 15. El equipo de ajuste 16 comprende también una fuente de gas comprimido 18 controlable, a través de la cual se puede alimentar gas comprimido DRL al transportador de polvo 1. La fuente de gas comprimido 18 presenta una válvula controlable 14, a través de la cual se puede alimentar el gas comprimido DRL al transportador de polvo 1. La válvula 14 también se controla a través de la unidad de control y evaluación 15. La unidad de control y evaluación 15 se denominará en lo sucesivo también control. La fuente de gas comprimido 18 también puede presentar una válvula de regulación de presión 31 para mantener el DRL de gas comprimido proporcionado por una fuente de gas comprimido 13 a un valor de presión constante.

Cuando en este caso se habla de gas comprimido, nos referimos a un gas o una mezcla de diferentes gases que está presurizado, es decir, cuya presión es superior a la presión atmosférica. La mezcla de diferentes gases puede ser, por ejemplo, aire, que se compone principalmente de nitrógeno y oxígeno y, en pequeña medida, de otros gases (especialmente argón). La presión atmosférica depende de la altitud geográfica.

Básicamente, el sensor de presión 2 puede estar dispuesto en cualquier punto de la línea de polvo 9, 10 y puede registrar la presión p reinante en la línea de polvo 9, 10 en cualquier punto de la línea de polvo 9, 10. La señal de presión S generada por el sensor de presión 2 se alimenta al control 15.

La línea de polvo 9, 10 puede extenderse hasta el transportador de polvo 1. Por tanto, puede comenzar, por ejemplo, donde termina la línea de polvo 8. La línea de polvo 9, 10 también puede extenderse hasta el interior del aplicador de pulverización 3 y terminar, por ejemplo, en el orificio del aplicador de pulverización 3. Según las necesidades, la línea de polvo 9, 10 puede estar configurado total o parcialmente como manguera.

Preferentemente, en la zona inferior del recipiente de almacenamiento de polvo 6 se encuentra un tabique poroso 21 que discurre preferentemente en horizontal que es permeable al gas fluidizante Fdl. El polvo 20 situado encima del tabique poroso 21 se arremolina con el gas fluidizante Fdl que se hace pasar a través del tabique poroso 21 desde abajo y se lleva a un estado suspendido. El polvo fluidizado 20 situado encima del tabique 21 se puede transportar desde el recipiente de almacenamiento de polvo 6 a través de la línea de polvo 7, 8 hasta el transportador de polvo 1.

Para poder controlar el gas fluidizante Fdl, está prevista una válvula 46 en la línea entre la fuente de gas comprimido 45 y el recipiente de almacenamiento de polvo 6. La válvula 46 puede estar configurada, por ejemplo, como válvula de regulación de volumen de aire. Además, en el recipiente de almacenamiento de polvo 6 se puede montar un dispositivo agitador, que presenta, por ejemplo, un motor agitador (no representado en la figura 1), para favorecer la generación de una mezcla homogénea de polvo y gas.

Además puede estar prevista una conexión de gas de lavado 40, que proporciona gas de lavado SL. La línea de lavado que conecta la conexión de gas de lavado 40 con el transportador de polvo 1 a través de la línea de polvo 8 puede interrumpirse con una válvula 41. Cuando se abre la válvula 41, el gas de lavado SL fluye a través de la línea de polvo 8, el transportador de polvo 1, la línea de polvo 9, 10 y el aplicador de pulverización 3. A este respecto, con el gas de lavado SL se elimina el polvo que allí se encuentra a través del aplicador de pulverización 3 y se limpia así el dispositivo de recubrimiento.

Medición del flujo másico de polvo de recubrimiento

La medición del flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} , que también se denominará en lo sucesivo flujo másico de polvo o, más brevemente, flujo másico, puede tener lugar de la siguiente manera, como se muestra en los diagramas de flujo de las figuras 5 y 6.

Cuando se pone en funcionamiento el dispositivo de recubrimiento (instalación de recubrimiento) por primera vez, preferentemente al principio se efectúa una calibración. Si es necesario, la calibración también se puede ejecutar repetidamente. El objetivo de la calibración es especificar el llamado valor de corrección k. Para ello, la unidad de control y evaluación 15 pasa a un modo de calibración 501. En el modo de calibración 501, el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo 9, 10 se impide por medio del equipo de ajuste 16 (etapa 502 y 601) y a la línea de polvo 9, 10 se aplica gas comprimido (etapa 602). La presión p en la línea de polvo 9, 10 se registra ahora con el sensor de presión 2 (etapa 603) y se alimenta al control 15 como una señal de presión S. El control 15 interpreta la presión p determinada en este estado de sistema como un valor de presión de compensación p_{com} (etapa 604). Las etapas 601 a 604 se denominan primera fase.

El procedimiento descrito anteriormente proporciona un valor de compensación p_{com} particularmente preciso. Cuanto más preciso sea el valor de compensación P_{com} es decir, con más precisión puede determinarse el flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} .

A continuación, el equipo de ajuste 16 libera el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo 9, 10 (etapa 502.1) y se garantiza que el polvo se transporte a través de la línea 9, 10 con la ayuda del transportador de polvo 1. Ahora se determina la masa de polvo m, que fluye a través de la línea 9, 10 durante un cierto período de tiempo Δt (etapa 503). Esto también se conoce como fase de medición de la capacidad en litros. Además, la presión p en la línea de polvo 9, 10 se registra nuevamente con el sensor de presión 2 (etapa 503). Opcionalmente puede estar previsto que a continuación se impida de nuevo el flujo de polvo de recubrimiento (etapa 503.1). A esto se denomina segunda fase.

El control 15 interpreta esta presión registrada durante el período de tiempo Δt como un valor de presión p_k . A partir de la masa de polvo m así determinada, el valor de presión p_k que prevalece en la línea 9, 10 durante el período Δt y el valor de presión de compensación p_{com} , el control 15 determina, por ejemplo, el valor de corrección k (etapa 504) usando la siguiente fórmula:

$$k = \frac{m}{p_k - p_{com}}$$

Esto completa la calibración.

Dado que la presión p por regla general no es exactamente constante durante la primera fase, puede estar previsto que el valor de presión de compensación p_{com} sea un valor de presión promediado durante un período definido. Lo mismo se aplica análogamente al valor de presión p_k . Dado que la presión p por regla general tampoco es exactamente constante durante la segunda fase, puede estar previsto que el valor de presión p_k sea el valor de presión promediado durante el período Δt .

Si el control 15 presenta el valor de corrección k, puede cambiar a otro modo, que en lo sucesivo se denominará modo operativo. Si el control 15 está en modo operativo (etapa 505), el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo 9, 10 se libera por medio del equipo de ajuste 16 (etapa 506). Tan pronto como el transportador de polvo 1 transporta polvo a través de la línea de polvo 9, 10, la presión p en la línea de polvo 9, 10 se registra con el sensor de presión 2 y se alimenta al control 15 como una señal de presión S (etapa 507). El control 15 interpreta la presión p determinada en el modo operativo como un valor de presión p_{med} . Ahora el control 15 utilizando el valor de presión p_{med} , del valor de presión de compensación p_{com} y el valor de corrección k puede determinar el flujo másico de polvo de recubrimiento m que fluye a través de la línea de polvo 9, 10, por ejemplo usando la siguiente fórmula (etapa 508):

$$\dot{m} = K \cdot (p_{med} - p_{com})$$

El dispositivo de recubrimiento puede presentar una pantalla 17 en la que se emite flujo másico del polvo de recubrimiento \dot{m} , por ejemplo, en g/min o kg/h.

5 Si el control 15 constata un cambio no intencionado en el flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} puede señalarlo al personal de servicio o reajustarlo automáticamente de manera correspondiente para que se alcance de nuevo el valor teórico del flujo másico de polvo de recubrimiento.

10 Los depósitos en la línea de polvo 8, 9 pueden provocar un error de medición. Esto se puede distinguir con el dispositivo de medición. Si se ha detectado un cambio de este tipo, el control 15 puede emitir un mensaje correspondiente al personal de servicio a través de la pantalla 17 y sugerir, por ejemplo, que se debe lavar la línea de polvo.

15 El control 15 permanece en el modo operativo 505 hasta que, por ejemplo, haya transcurrido un cierto período (por ejemplo 1 hora o 1 día) o se realice una pausa de recubrimiento. A continuación, el control cambia al modo de compensación 509 y determina de nuevo el valor de presión de compensación p_{com} .

Con el tiempo, inevitablemente se produce desgaste en distintos componentes de una instalación de recubrimiento. Esto cambia los parámetros operativos de la instalación de recubrimiento, por lo que puede ser útil reajustar el valor de presión de compensación p_{com} .

20 Para ello, el control 15 se puede llevar a otro modo, que en lo sucesivo se denomina modo de compensación. Si el control 15 está en modo de compensación (etapa 509), el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo 9, 10 se impide por medio del equipo de ajuste 16 (etapa 601) y se aplica gas comprimido a la línea de polvo 9, 10 (etapa 602). La presión p en la línea de polvo 9, 10 se registra ahora con el sensor de presión 2 y se alimenta al control 15 como señal de presión S (etapa 603). El control 15 interpreta la presión p determinada en este estado de sistema como valor de presión de compensación p_{com2} (etapa 604). Este proceso por regla general es el mismo que el de la primera fase del modo de calibración 501.

30 Si el nuevo valor de presión de compensación p_{com2} se desvía del valor de presión de compensación anterior p_{com} en una cierta cantidad, se puede emitir un mensaje al personal de servicio a través del control 15 y la pantalla 17, por ejemplo. También es posible que el control 15 actualice el valor de presión de compensación p_{com} de manera correspondiente, por lo que a partir de ahora interpreta el nuevo valor de presión de compensación p_{com2} como valor de presión compensada p_{com} .

35 El personal operativo puede realizar cambios en la instalación de recubrimiento. Por ejemplo, una o más líneas de polvo pueden sustituirse por líneas de polvo con una longitud diferente y/o una sección transversal diferente. En este caso puede resultar útil volver a realizar la calibración. La unidad de control y evaluación 15 puede estar configurada de modo que reconozca dichos cambios y cambie automáticamente al modo de calibración 501.

40 Si la unidad de control y evaluación 15 está configurada correspondientemente, de modo que se almacenen, por ejemplo, valores de referencia para las líneas de polvo, también puede ser suficiente determinar únicamente de nuevo el valor de presión de compensación p_{com} . El diagrama de bloques de la figura 2 muestra un segundo dispositivo de recubrimiento con una segunda forma de realización posible del dispositivo de medición para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} . El dispositivo de recubrimiento difiere del dispositivo de recubrimiento mostrado en la figura 1 sólo en relación con el dispositivo de medición. El dispositivo de medición de acuerdo con la figura 2 comprende un sensor de polvo 19 adicionalmente al de la figura 1. El sensor de polvo 19 se encuentra entre el transportador de polvo 1 y el sensor de presión 2. Alternativamente a esto, el sensor de polvo 19 también puede estar dispuesto en el lado aguas abajo del sensor de presión 2 en la línea de polvo 10 o también en el aplicador 3. El sensor de polvo 19 registra si el polvo fluye a través de la tubería 9, 10 o del aplicador 3 y transmite una señal de medición correspondiente $S2$ al control 15.

50 El sensor de polvo 19 puede estar configurado, por ejemplo, como sensor de influencia o como sensor óptico. Tanto el sensor de influencia como el sensor óptico tienen la ventaja de que la medición se realiza sin contacto y el flujo de polvo en la línea de polvo 9, 10 no se ve influenciado por la medición.

55 El principio de medición del sensor de influencia 19 mostrado esquemáticamente en la figura 9 se basa en el efecto de influencia de partículas de polvo P cargadas eléctricamente. Si una partícula de polvo P generadora de campo, por ejemplo cargada positivamente o, en pocas palabras, partículas, se aproxima al electrodo de medición 211 neutro, dispuesto aislado, los electrones son atraídos hacia el extremo del electrodo de medición 211 que está dirigido hacia la partícula cargada P . En este extremo se forma una carga negativa. En el lado del electrodo de medición 211 opuesto a la partícula se forma una falta de electrones y, por tanto, una carga positiva. En un aislador con cargas estacionarias sólo aparece la formación de dipolos moleculares.

65 Si una partícula fluye a través de la zona de detección del electrodo de medición anular 211, surge un primer impulso de corriente cuando la partícula entra en la zona de detección del electrodo de medición 211 y un segundo impulso de corriente con el signo opuesto cuando la partícula sale. Por regla general no es necesaria una carga previa y selectiva de las partículas.

La totalidad de las partículas cargadas eléctricamente genera una nube de carga espacial, que a su vez genera el correspondiente campo eléctrico. El campo eléctrico viaja junto con las partículas a través de la zona de detección del electrodo de medición 211. Bajo la influencia del campo eléctrico se produce un desplazamiento temporal en la carga de los electrones que se mueven libremente en el electrodo de medición (influencia). A este respecto la carga influenciada en el electrodo de medición 211 tiene la misma cantidad que la carga de esa parte de la nube de carga espacial que se encuentra en la zona de detección del electrodo de medición 211. Cuando la nube de carga espacial se mueve en la línea de polvo 9, se genera una corriente $i(t)$ en el electrodo de medición 211, cuyo nivel depende de la velocidad $v(t)$ de la nube a la que fluye a través de la línea de polvo 9.

Para la densidad de carga espacial ρ se aplica:

$$\rho((r, \alpha, z)T, t) = e \cdot n \cdot N((r, \alpha, z)T, t)$$

En donde se aplica:

N = concentración numérica,
 n = número de carga promedio de las partículas,
 e = carga elemental,
 r, α, z = coordenadas,
 t = tiempo,
 T = transposición.

La carga q cercada por el electrodo de medición 211 se puede describir mediante la siguiente ecuación:

$$q(t) = \int \rho((r, \alpha, z)T, t) dV = \varepsilon \oint E((r, \alpha, z)T, t) dS$$

En ella son:

E = intensidad del campo eléctrico,
 ε = conductividad dieléctrica,
 V = volumen cercado por el electrodo 211,
 S = área cerrada.

Para la corriente i medida en la salida del sensor de partículas de influencia 19 se aplica lo siguiente:

$$i(t) = -\frac{d}{dt} q(t)$$

i = corriente desde el electrodo de medición 211 a tierra

La corriente i puede tomarse como señal de medición S2 en la conexión de señal de medición 213 y alimentarse a través de una electrónica de sensor intercalada o directamente al control 15.

El flujo másico de polvo se puede medir de la manera descrita anteriormente (consulte la sección Medición del flujo másico de polvo de recubrimiento).

La figura 3 muestra otra forma de realización del dispositivo de recubrimiento con el dispositivo de medición para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} . Este dispositivo de recubrimiento difiere del de la figura 2 en relación con el equipo de ajuste 16. Como se muestra en la figura 3, además de la fuente de gas comprimido 13, el equipo de ajuste 16 comprende no sólo la válvula de regulación de presión 31 y la válvula 14, sino adicionalmente otra válvula de regulación de presión 30 y otra válvula 11. El gas transportador FL se alimenta al transportador de polvo 1 a través de la válvula de regulación de presión 30 y la válvula 11 y el gas de dosificación DL se alimenta a través de la válvula de regulación de presión 31 y la válvula 14. En la figura 7 se muestra un transportador de polvo 1 adecuado para esta configuración.

El equipo de ajuste 16 puede hacerse funcionar de manera que genere un flujo volumétrico de gas comprimido \dot{V} que es lo suficientemente grande como para que no se aspire polvo a través de la línea de polvo 7, 8. El flujo volumétrico de gas comprimido \dot{V} se compone a este respecto de dos corrientes de gas \dot{V}_{FL} flujo volumétrico de gas transportador \dot{V}_{FL} y flujo volumétrico de gas de dosificación \dot{V}_{DL} .

La regulación de presión del gas transportador FL y del gas de dosificación DL se puede realizar mediante un regulador de aire general. La distribución del flujo volumétrico de gas comprimido \dot{V} en el flujo volumétrico de gas transportador \dot{V}_{FL} y flujo volumétrico de gas de dosificación \dot{V}_{DL} puede realizarse, por ejemplo, con un husillo controlado mediante un accionamiento de motor paso a paso. Alternativamente, el flujo volumétrico de gas comprimido \dot{V} también se puede

ajustar con un regulador independiente para gas transportador y un regulador independiente de gas de dosificación. Ventajosamente, ambos reguladores están configurados como reguladores de precisión.

5 El flujo másico de polvo se puede medir de la manera descrita anteriormente (consulte la sección Medición del flujo másico de polvo de recubrimiento).

10 La figura 4 muestra una cuarta forma de realización de una instalación de recubrimiento con un dispositivo de transporte de polvo 100 en un diagrama de bloques. En la figura 8 se representa en detalle un fragmento del dispositivo de transporte de polvo 100. El dispositivo de transporte de polvo 100 para transportar polvo de recubrimiento a un aplicador de polvo 3 comprende un recipiente de trabajo 51. Está configurado para ser estanco a la presión, de modo que se pueda presurizarse. La presión de trabajo máxima en el recipiente de trabajo 51 es preferiblemente inferior a 0,5 bar porque entonces no es necesario aplicar la Directiva europea sobre equipos a presión 2014/68/UE o en inglés *Pressure Equipment Directive 2014/68/UE* y, en consecuencia, se imponen requisitos técnicos más bajos en la estructura del recipiente de trabajo 51.

15 En una forma de realización, el recipiente de trabajo 51 comprende una entrada de polvo 98 y una salida de polvo 99.1. La salida de polvo 99.1 está unida con el elemento de bloqueo 4, que puede ser, por ejemplo, una válvula de salida de polvo. La salida de polvo del elemento de bloqueo 4 está conectada a través de la línea de polvo 9 con el sensor de presión 2. El sensor de polvo 19 se puede conectar entre el elemento de bloqueo 4 y el sensor de presión 2. La otra línea de polvo 10 se conecta al sensor de presión 2. Su zona de extremo 10.1 en el lado de entrada está conectada con la salida del sensor de presión 2. En lo sucesivo, la expresión lado de entrada designa la zona de extremo 10.1 en el lado de entrada de la línea de polvo 10, que se encuentra en el lado aguas arriba de la línea de polvo 10.

25 La línea de polvo 10 presenta también una entrada 67 para el gas de transporte TL adicionalmente a la salida de la válvula de salida de polvo 4 en el lado de entrada. Como en las formas de realización de acuerdo con las figuras 1 a 3, en la figura 4 la línea de polvo 10 está conectada también en el lado de salida con el aplicador de polvo 3. En lo sucesivo, la expresión lado de salida designa la zona de extremo 10.2 en el lado de salida de la línea de polvo 10, que se encuentra en el lado aguas abajo de la línea de polvo 10.

30 La salida de polvo 99.1 se encuentra preferentemente en la zona inferior del recipiente de trabajo 51. Esto tiene la ventaja de que todo el polvo puede transportarse fácilmente fuera del recipiente de trabajo 51. En la zona inferior del recipiente de trabajo 51 se encuentra también un equipo de fluidización 69 con el que se puede fluidizar el polvo que se encuentra en el recipiente de trabajo 51. El equipo de fluidización 69 presenta un tabique que discurre preferiblemente en horizontal hecho de un material poroso, que puede ser, por ejemplo, un material semipermeable que sea permeable al aire. El polvo situado encima del tabique poroso se arremolina con aire fluidizante FL que se hace pasar a través del tabique poroso desde abajo y se lleva a un estado suspendido. El polvo fluidizado situado encima del equipo de fluidización 69 se puede transportar entonces fuera del recipiente de trabajo 51 a través de la salida de polvo 99.1. Para poder controlar el gas fluidizante Fdl, está prevista una válvula 65. La válvula 65 puede estar configurada, por ejemplo, como válvula de regulación de volumen de aire. Además, en el recipiente de trabajo 51 se puede montar un dispositivo agitador 70 que presenta, por ejemplo, un motor de agitación, para favorecer la generación de una mezcla homogénea de polvo y aire. En lugar de aire también se puede utilizar un gas como el nitrógeno.

45 En la zona inferior del recipiente de trabajo 51 también puede estar prevista una conexión para otra válvula 64. El polvo restante que aún no haya sido retirado a través de la salida 99.1 se puede extraer del recipiente de trabajo 51 a través de la válvula 64.

50 Además, en el recipiente de trabajo 51 puede estar dispuesto un tamiz 59, que está configurado preferentemente como tamiz ultrasónico. El tamiz 59 divide el interior del recipiente de trabajo 51 en una cámara superior y una cámara inferior. Con ayuda del tamiz 59 se tamiza el polvo que ha llegado a través de la entrada de polvo 98 a la cámara superior del recipiente de trabajo 51. A este respecto se retienen grumos de polvo e impurezas. El polvo que ha sido tamizado y listo para retirarse se encuentra en la cámara debajo del tamiz 59. Para poder limpiar el tamiz 59, puede hacerse pivotar fuera de la horizontal y colocarlo en una posición inclinada, de modo que el polvo residual que se encuentra en el tamiz 59 y/o el material retenido puedan deslizarse hacia abajo desde el tamiz 59.

60 También puede estar prevista una conexión de aire comprimido en el recipiente de trabajo 51, que está conectado a través de una válvula 66 con una fuente de gas comprimido. Cuando se abre la válvula 66, el gas comprimido DRL puede fluir hacia el recipiente de trabajo 51. Esto permite presurizar el recipiente de trabajo 51 y establecer la presión de trabajo deseada en el recipiente de trabajo 51. De forma adicional o alternativa, la presión de trabajo deseada en el recipiente de trabajo 51 también se puede generar a través del gas fluidizante Fdl alimentado. Por regla general, el gas fluidizante Fdl es suficiente para generar la presión de trabajo deseada. Sin embargo, si, por ejemplo, un gran número de válvulas de salida de polvo 4 están abiertas, podría ser que el gas fluidizante FL por sí solo no sea suficiente para mantener la presión de trabajo. En este caso se utiliza gas comprimido DRL adicionalmente para mantener la presión de trabajo y, dado el caso, para compensar las fluctuaciones de presión en el recipiente de trabajo 51. El gas comprimido DRL se puede alimentar independientemente del gas fluidizante Fdl. Para obtener una mezcla de polvo y

gas bien fluidizada es ventajoso que el gas fluidizante Fdl se ajuste a un valor determinado. La conexión de gas comprimido para el gas comprimido DRL puede estar dispuesta, por ejemplo, en la zona superior del recipiente de trabajo 51, como se muestra en la figura 4. Si el recipiente de trabajo 51 está equipado con ventanillas, la conexión de gas comprimido también se puede fijar en un lugar en el recipiente de trabajo 51 que permite soplar las ventanillas con ayuda del gas comprimido DL para liberar el polvo adherido. El gas comprimido DRL también se puede utilizar para compensar las pérdidas de gas comprimido provocadas por fugas menores.

Además, el recipiente de trabajo 51 puede presentar una conexión de aireación 51.2 que está unida a una válvula 62 que sirve como válvula de aireación. La conexión de aireación 51.2 se puede unir con el filtro posterior 58, por ejemplo, a través de la válvula 62. La conexión de aireación 51.2 y la válvula 62 también pueden servir para que la presión en el recipiente de trabajo 51 no supere una presión máxima específica. Además, mediante la conexión de aireación 51.2 y la válvula 62 se puede mantener constante la presión de trabajo en el recipiente de trabajo 51.

El dispositivo de transporte de polvo 100 se puede utilizar para suministrar muchos aplicadores de polvo (en la figura 4 únicamente se muestran dos aplicadores de polvo 3 y 55). Para ello puede estar previsto en el recipiente de trabajo 51 un número correspondiente de salidas de polvo, elementos de bloqueo 4, líneas de polvo 9, 10 y dispositivos de medición para medir los flujos máscos de polvo.

La entrada de polvo 98 se encuentra preferentemente en la zona superior del recipiente de trabajo 51. Puede estar dispuesto, por ejemplo, en la tapa del recipiente de trabajo 51. La entrada de polvo 98 está unida con la salida de polvo 52.2 de un recipiente intermedio 52 a través de una válvula de polvo 61 que está configurada, por ejemplo, como pinza. El recipiente intermedio 52 está dispuesto por regla general por encima del recipiente de trabajo 51. De esta manera, se puede utilizar la gravedad para transportar el polvo situado en el recipiente intermedio 52 hacia abajo al recipiente de trabajo 51.

En una forma de realización del recipiente de trabajo 51, la entrada de polvo 98 está situada en el centro de la tapa del recipiente de trabajo 51. Esto tiene la ventaja de que el polvo también cae en el centro del tamiz 59, de modo que se distribuye mejor por todo el tamiz 59. Por el contrario, la entrada de polvo 98 también puede estar situada en el lateral del recipiente de trabajo 51, encima del tamiz 59.

En la forma de realización mostrada en la figura 4, el recipiente intermedio 52 presenta una entrada de polvo y una válvula de entrada de polvo 71 en el lado de entrada a través de la cual puede aspirarse o bombear polvo fresco FP al recipiente intermedio 52. Además, el recipiente intermedio 52 presenta en el lado de entrada otra entrada de polvo y una válvula de entrada de polvo 72, a través de la cual se puede aspirar polvo reciclado RP al recipiente intermedio 52. Las dos válvulas de entrada de polvo 71 y 72 pueden estar configuradas como pinzas. Sin embargo, también es posible prever en el recipiente intermedio 52 sólo una entrada de polvo y una válvula de entrada de polvo, a través de la cual luego se puede aspirar o bombear polvo fresco FP o polvo reciclado RP.

El suministro del recipiente intermedio 52 puede realizarse, por ejemplo, a través de un recipiente de almacenamiento de polvo 6 y una línea de polvo 96. En cambio, al recipiente intermedio 52 también puede suministrarse polvo fresco FP a través de un recipiente de almacenamiento de polvo 80, una bomba de polvo 81 y una línea de polvo 97.

El recipiente de almacenamiento de polvo 80 es a menudo un llamado *bigbag* (saco de gran tamaño) que también se denomina contenedor flexible para almacenar productos a granel, para abreviar, FIBC por sus siglas en inglés. El recipiente de almacenamiento de polvo 80 contiene por regla general mayores cantidades de polvo que el recipiente de almacenamiento de polvo 6. El recipiente de almacenamiento de polvo 80 también está por regla general más alejado del recipiente intermedio 52 que el recipiente de almacenamiento de polvo 6.

En el recipiente de almacenamiento de polvo 6, el polvo se transporta al recipiente intermedio 52 a través de la presión negativa que prevalece en el recipiente intermedio 52. Esto significa que no es necesario ningún dispositivo de transporte de polvo adicional y, por lo tanto, es rentable.

Si se utiliza el recipiente de almacenamiento de polvo 80, por ejemplo, en forma de sacos de gran tamaño, por regla general también se transportan mayores cantidades de polvo. Para ello resulta ventajoso utilizar un dispositivo de transporte de polvo adicional como, por ejemplo, la bomba de polvo 81. En este caso la presión negativa que prevalece ayuda a eliminar el aire del recipiente intermedio 52. El exceso de aire en el recipiente intermedio 52 se puede drenar a través de la abertura 52.1. Por consiguiente no se forma presión dinámica en el recipiente intermedio 52.

También puede ser ventajoso que existan varios recipientes intermedios 52 a través de los cuales se suministra polvo al recipiente de trabajo 51. Los contenedores intermedios 52 (en la figura 4 únicamente se muestra uno) se pueden montar encima del recipiente de trabajo 51. Si se utilizan dos contenedores intermedios 52, estos pueden hacerse funcionar, por ejemplo, con desfase; mientras uno aspira el polvo, es decir, trabaja en la fase de aspiración, el otro, que trabaja en la fase de salida, transporta el polvo al recipiente de trabajo 51. De esta manera, el recipiente de trabajo 52 se llena continuamente con polvo. Esto permite transportar grandes cantidades de polvo al recipiente de trabajo 52.

ES 2 975 485 T3

- 5 El recipiente intermedio 52 presenta una conexión 52.1 a través de la cual al recipiente intermedio 52 puede aplicarse gas comprimido. La conexión 52.1 se puede conectar a una fuente de gas comprimido a través de una válvula 74. La válvula 74 forma una fuente de gas comprimido controlable con la fuente de gas comprimido. Una válvula de regulación de presión 84, que puede disponerse entre la fuente de gas comprimido y la válvula 74, puede ser parte de la fuente de gas comprimido controlable.
- 10 El gas comprimido también se puede drenar del recipiente intermedio 52 a través de la conexión 52.1. Para ello, la conexión 52.1 se puede conectar con el entorno a través de una válvula 73. El aire comprimido también se puede aspirar del recipiente intermedio 52 a través de la conexión 52.1 y se puede generar una presión negativa. Para ello está prevista adicionalmente también una válvula de vacío 75, que al abrir la válvula 73 genera una presión negativa en la conexión 52.1. La válvula de vacío 75 sirve como generador de presión negativa.
- 15 Las fuentes de gas comprimido mostradas en el diagrama de bloques de acuerdo con la figura 4 pueden ser fuentes de gas comprimido reguladas que generan una presión constante o una cantidad constante de gas.
- 20 En la forma de realización mostrada en la figura 8, un cuerpo de salida 196 está fijado al recipiente de trabajo 51. La válvula de salida de polvo 4 puede, por ejemplo, estar total o parcialmente incrustada en el cuerpo de salida 196. El cuerpo de salida 196 puede presentar la entrada 67 para el gas de transporte TL y un canal de gas de transporte 132 que discurre axialmente y que rodea anularmente la zona de extremo situada aguas abajo del canal de polvo 196.2. El canal de polvo 196.2 puede discurrir, como se muestra en la figura 8, en forma de embudo y ensancharse en dirección aguas abajo. La sección situada aguas abajo del canal de polvo 196.2 puede estar configurada como un componente independiente que en lo sucesivo se denomina tubo de empalme 103. En el lado aguas arriba se puede colocar un manguito 214 en el tubo de empalme 103, que lleva el electrodo de medición 211 del sensor de influencia 19. En el presente ejemplo de realización, el electrodo de medición 211 está configurado anular y está conectado con la electrónica del sensor 215 a través de la conexión de sensor 213. La conexión de sensor 213 puede estar configurada, como se muestra en la figura 8, como clavija de contacto y puede presionarse sobre el electrodo de medición 211 mediante un resorte (no mostrado). La electrónica del sensor 215 del sensor de influencia 19 está conectada a su vez con el control 15 a través de una conexión eléctrica 240 para transmitir la señal del sensor S2.
- 25 El cuerpo de salida 196 puede alojar una boquilla de manguera 133 en su zona de extremo situada aguas abajo. La línea de polvo 9 o la manguera de polvo se pueden deslizar y fijar sobre la boquilla de manguera 133. En este caso también es concebible un acoplamiento de manguera, por ejemplo con una unión rápida (no mostrada en las figuras). El interior de la boquilla de manguera 133 y el exterior del tubo de empalme 103 forman el canal de gas de transporte 132 anular. Los extremos aguas abajo de la boquilla de manguera 133 y el tubo de empalme 103 forman un espacio anular 194, que sirve como abertura aguas abajo del canal de gas de transporte 132. Para el suministro del canal de gas de transporte 132, está previsto un orificio transversal en el cuerpo de salida 196. El gas de transporte TL fluye a través del canal de gas de transporte 132 hasta su extremo aguas abajo y desde allí en forma anular y con un ángulo plano α hacia la línea de polvo 9.
- 30 Es ventajoso que (como se muestra esquemáticamente en la figura 8) el gas de transporte TL fluya en forma anular hacia la línea de polvo 9 formando un ángulo plano α .
- 35 Permitir que el gas de transporte TL entre en la línea de polvo 9 a través del espacio anular 194 tiene varias ventajas. Debido a que el gas de transporte TL se introduce en la línea de polvo 9 a través del intersticio anular 194 de manera que presenta la misma dirección que el flujo de polvo, se genera una presión negativa en lugar de una presión dinámica en la entrada 67 (sin resistencia del aire, sin barrera). Esto crea menos turbulencias en la línea de polvo 9. Además, se puede reducir o incluso evitar por completo el desgaste de la pared de la línea de polvo 9.
- 40 También son posibles otras formas de realización para el cuerpo de salida 196. El cuerpo de salida 196 puede presentar, por ejemplo, uno o varios canales a través de los cuales se introduce el gas de transporte TL en la línea de polvo 9 en un ángulo entre 0 y 89 grados. El gas de transporte TL que fluye a través de estos canales tiende a generar una presión negativa en la línea de polvo 40.
- 45 Todas las válvulas 61 a 66, 68 y 71 a 76 pueden controlarse mediante la unidad de control y evaluación 15. Si es necesario, las válvulas 121 y 122 también se pueden controlar con el control 15. En la figura 8, la conexión de control para la válvula de salida de polvo 4 y la entrada de señal para la señal de medición S2 se muestran en el control 15 como ejemplo. La unidad de control y evaluación 15 se puede utilizar tanto para el control como para la regulación. Puede comprender componentes mecánicos y electrónicos. En particular, puede comprender un microcontrolador o una unidad de cálculo basada en un microprocesador.
- 50 El control 15 presenta preferentemente una memoria en la que se almacenan valores estándar, por ejemplo para la longitud de mangueras específicas (líneas de polvo), valores de presión y/o valores de corrección. Los valores de corrección estándar se pueden transferir, por ejemplo, a otros pulverizadores.
- 55 Como se muestra en la figura 4, la instalación de recubrimiento de polvo puede presentar, adicionalmente al equipo de transporte de polvo 100 y la cabina de recubrimiento 56, también un ciclón 57 para recuperar el polvo y un filtro
- 60
- 65

posterior 58.

Para eliminar el exceso de pulverización de la cabina de recubrimiento 56, este se aspira fuera de la cabina junto con el aire situado en la cabina de recubrimiento 56 como mezcla de polvo y aire y se alimenta al ciclón 57 que puede estar configurado como monociclón. La mezcla de polvo y aire fluye tangencialmente hacia arriba hacia el ciclón 57 y gira en espiral hacia abajo en el ciclón. La fuerza centrífuga creada por la rotación del flujo de aire-polvo empuja las partículas de polvo hacia la pared exterior del ciclón. A continuación, las partículas de polvo se transportan hacia abajo en la dirección de la salida de polvo del ciclón y se recogen allí. El aire liberado de las partículas de polvo se aspira a través de un tubo central en el ciclón. La corriente de aire limpiada de esta manera todavía puede alimentarse al filtro posterior 58 para filtrar el polvo restante que ha quedado en el aire. Cuando se abre la válvula 121, el polvo reciclado RP puede retirarse del ciclón 57 y alimentarse de nuevo al dispositivo de transporte de polvo 100 a través de una bomba 123 y una línea 141. Si la válvula 122 está abierta, el polvo filtrado en el ciclón puede alimentarse al filtro posterior 58 a través de las líneas 95 y 94.

El filtro posterior 58 puede equiparse con cartuchos filtrantes que filtran las partículas de polvo restantes que quedan en el aire. Un ventilador o soplador, preferentemente accionado eléctricamente, garantiza el caudal de aire necesario.

Si no se utiliza ningún ciclón, el polvo también puede extraerse del filtro posterior 58 y alimentarse de nuevo al equipo de transporte de polvo 100 a través de la bomba 123 y la línea 141.

El dispositivo de recubrimiento mostrado en las figuras 4 y 8 también puede utilizar el procedimiento de medición descrito en las figuras 5 y 6.

En el dispositivo de recubrimiento representado en la figura 7, el elemento de bloqueo 4 está configurado como pinza de manguera. La válvula 41 también está configurada como exprimidor de mangueras. Pero esto no es obligatorio.

El inyector 25 presenta una tobera impulsora 25.1 y una tobera colectora 25.2. La entrada de polvo 1.1 del inyector 25 está conectada con el recipiente de almacenamiento de polvo 6 a través de la línea de polvo 8, 7. La salida de polvo 1.2 del inyector 25 está conectada a la línea de polvo 9. El inyector 25 presenta además una conexión de gas transportador 25.3, a través de la cual se conduce gas transportador FL hacia la tobera impulsora 25.1. Adicionalmente a la conexión de aire de transporte 25.3, en el inyector 25 está prevista una conexión de gas de dosificación 25.4, a través de la cual se conduce gas de dosificación DL a un canal de gas de dosificación 25.5 anular que está formado por la superficie lateral de la boquilla colectora 25.2 y la carcasa del inyector 25.

La tobera impulsora 25.1 en su extremo aguas abajo presenta una entrada de gas transportador y una salida de tobera impulsora. El gas transportador FL pasa desde la conexión de gas transportador 25.3 a través de la entrada de gas transportador y la tobera impulsora 25.1 y luego sale por la salida de la tobera impulsora en dirección a la tobera colectora 25.2. Mientras el gas transportador FL fluye hacia la tobera colectora 25.2, genera una presión negativa en el canal de aspiración 25.6 y recoge el polvo 20 a través del canal de aspiración 25.6. Como resultado, el polvo 20 se aspira desde el recipiente de almacenamiento de polvo 6 hacia el inyector 25.

La tobera colectora 25.2 presenta en su extremo aguas arriba un orificio con un radio definido. Al orificio se une una sección de canal aguas arriba que sirve como tubo de mezcla. A este le sigue a su vez una sección de canal cónica que se ensancha en la dirección aguas abajo y está configurada como difusor. La tobera colectora 25.2 está dispuesta en parte en la carcasa del inyector 25 y está sujeta a la carcasa del inyector a través de un manguito guía 25.7 y una tuerca de unión.

El gas de dosificación DL fluye a través de la entrada de gas de dosificación 25.4, el canal de gas de dosificación 25.5 y la salida de gas de dosificación situada aguas abajo hacia la línea de polvo 9. La salida de gas de dosificación se encuentra entre la superficie lateral de la tobera colectora 25.2 y el interior de un manguito guía 25.7. En la línea de polvo 9 se mezcla el gas de dosificación DL con la mezcla de polvo y gas transportador que fluye desde la salida de la boquilla colectora 25.2.

A continuación se describe un procedimiento alternativo para determinar el valor de presión de compensación p_{com} .

Cabe señalar de antemano que la suma del gas transportador FL y gas de dosificación DL forma el flujo volumétrico total de gas. Para determinar el valor de presión de compensación p_{com} , la proporción del flujo volumétrico de gas transportador en el flujo volumétrico total se establece inicialmente en 0% y la proporción del flujo volumétrico de gas de dosificación en el flujo volumétrico total se establece en 100%. En esta configuración el gas fluye no sólo hacia la línea de polvo 9, 10, sino también parcialmente hacia el recipiente de almacenamiento de polvo 6, ya que con un 0% de gas transportador prácticamente no se genera ninguna presión negativa de aspiración a través del gas de dosificación. En una etapa siguiente se aumenta gradualmente la proporción de gas transportador FL y se reduce correspondientemente la proporción de gas de dosificación DL (manteniendo constante el flujo volumétrico total de gas). El gas transportador FL genera gradualmente a este respecto una presión negativa en la línea de aspiración 25.6 del inyector 25 y la cantidad de gas que fluye hacia el recipiente de almacenamiento de polvo 6 disminuye. A partir de una cierta cantidad de gas transportador se equilibran las cantidades de gas; el 100% de la suma del gas de

transporte y de dosificación fluye hacia la línea de polvo 9, 10. Ni se aspira polvo del recipiente de almacenamiento de polvo 6 ni se sopla gas al recipiente de almacenamiento de polvo 6 a través de la línea de aspiración 25.6. Para encontrar esta condición, en la siguiente etapa se aumenta la proporción de gas transportador FL en otra unidad. Tan pronto como el sensor de polvo 19 detecta un flujo de polvo (es decir, ahora se aspira una parte de polvo a través de la línea de aspiración 25.6), la proporción de gas transportador FL se reduce de nuevo en una unidad. El control 15 determina a continuación la presión de compensación p_{com} basándose en la presión que acaba de registrar el sensor de presión 2.

Este procedimiento para determinar la presión de compensación p_{com} tiene la ventaja de que no necesita el elemento de bloqueo 4. Sin embargo, este procedimiento para determinar la presión de compensación p_{com} requiere por regla general más tiempo que el procedimiento descrito anteriormente.

Estructura del sensor de presión 2

En principio, el sensor de presión 2 puede construirse, por ejemplo, como se muestra en la figura 10. En la línea de polvo 9, 10 está dispuesto un acoplamiento de sensor 33 con una entrada de polvo 33.1 y una salida de polvo 33.3. El acoplamiento de sensor 33 comprende además una conexión de sensor 33.2, a la que está conectado una línea de sensor de presión 32. A través de la línea de sensor de presión 32 se puede proporcionar gas comprimido procedente de una fuente de gas comprimido 29 a la línea de polvo 9, 10 con una presión p_2 a través de una abertura 9.2. La presión p_2 se selecciona a este respecto de modo que sea mayor que la presión que prevalece en la línea 9 en el extremo de línea 9.1. Esto asegura que poco o nada de polvo entre desde la línea 9, 10 a las líneas de sensor de presión 32 y al transductor de presión 27. Sin embargo, si esto sucede de todos modos, se puede abrir la válvula 24 que funciona como válvula de lavado. A continuación, el gas comprimido procedente de la fuente de gas comprimido 29 fluye a través de la línea del sensor de presión 32 hacia la línea de polvo 9, 10 y transporta así el polvo eventualmente presente en la línea del sensor de presión 32. Si no se desea lavar la línea de sensor de presión 32, se cierra la válvula 24. Cuando la válvula 23 está abierta, el gas comprimido procedente de la fuente de gas comprimido 29 fluye a través de un obturador 28 hacia la línea del sensor de presión 32 y desde allí hacia la línea de polvo 9, 10. El obturador 28 sirve para mantener constante el flujo volumétrico de gas comprimido \dot{V} , que fluye hacia la línea de polvo 10 a través de la abertura 9.2. El obturador 28 se selecciona preferentemente de modo que el flujo volumétrico de gas comprimido \dot{V} sea pequeño, de modo que sólo una pequeña cantidad de gas comprimido llega a la línea de polvo 10. El sensor de presión 2 puede presentar otra válvula 22 que, cuando está abierta, garantiza que el gas comprimido llegue al transductor de presión 27. Si es necesario, la válvula 22 también se puede utilizar para proteger el transductor de presión 27 cuando la línea de polvo 9, 10 se lava con gas comprimido. De esta manera, el transductor de presión 27 registra la presión que prevalece en el extremo de línea 10.1.

La figura 11 muestra una posible forma de realización del acoplamiento de sensor 33 en una vista despiezada. En la figura 12 se muestra el acoplamiento de sensor 33 en una vista superior, en la figura 13 en la vista lateral en sección y en la figura 14 desde el frente. Como se puede ver en la figura 13, en el acoplamiento de sensor 33 pueden estar previstas varias, preferentemente dos aberturas 9.2. Preferentemente, las aberturas 9.2 están dispuestas oblicuas de manera que el gas que entra a través de ellas en la línea de polvo 9, 10 incide en ángulo plano sobre la corriente de polvo PS. Esto es mejor en términos de flujo y tiene la ventaja de que entra menos polvo en la línea de sensor de presión 32 cuando se lava la línea de polvo 9, 10. La abertura 9.2 o las aberturas 9.2 tienen preferentemente un diámetro pequeño con respecto a la línea de polvo 9, 10, por ejemplo 0,7 mm. Esto también significa que entra menos polvo en la línea de sensor de presión 32 tanto durante el funcionamiento como durante el lavado.

El dispositivo de transporte 100 (véanse las figuras 4 y 8) puede estar equipado con varias válvulas de salida de polvo 4 y un número correspondiente de líneas de polvo 9, 10, a través de las cuales se puede transportar el polvo por separado en cada caso fuera del recipiente de trabajo 51. Si, por ejemplo, están previstas n válvulas 4 y n líneas de polvo 9, 10, para cada una de las n líneas de polvo 9, 10 está previsto preferentemente un sensor de presión 2 independiente en cada caso. Cada uno de los n sensores de presión 2 se conecta entonces a través de su propio acoplamiento de sensor 33 con la línea de polvo 9, 10 correspondiente. La figura 15 muestra un conjunto con un carril 34 y nueve acoplamientos de sensor 33:1 - 33:9 alineados sobre el carril 34. Con ayuda de una pinza 35, que sirve como abrazadera de manguera, una de las líneas de polvo 9, 10 se fija en cada caso al acoplamiento de sensor 33. A cada una de las nueve conexiones de sensor 33.2 está conectado en cada caso un sensor de presión 2 (no representado en la figura 15) que transmite en cada caso su señal de sensor S al control 15. Esto permite que el control 15 para cada una de las nueve líneas de polvo 9, 10 transmita en cada caso de manera independiente el flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} que fluye por ellos actualmente.

La figura 16 muestra un ejemplo de curso de curva 200 del flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} dependiendo del flujo volumétrico de gas transportador \dot{V}_{FL} para el dispositivo de recubrimiento de acuerdo con la figura 1, 2 o 3, por lo que todo el flujo volumétrico de gas comprimido \dot{V} en la línea de polvo resulta de la suma del flujo volumétrico de gas transportador \dot{V}_{FL} y flujo volumétrico de gas de dosificación \dot{V}_{DL} . Como puede verse en el curso de curva 200, en caso de un flujo volumétrico de gas transportador \dot{V}_{FL} que es menor que \dot{V}_{FL1} no se produce ningún flujo másico de polvo de recubrimiento. Sólo cuando el flujo volumétrico de gas transportador es mayor que \dot{V}_{FL1} , el polvo comienza a fluir por la línea de polvo 9, 10. Con ayuda del sensor de polvo 19 se puede determinar el límite 201 en el que actualmente no fluye polvo o el polvo apenas comienza a fluir. Esto significa que el flujo volumétrico de gas

transportador \dot{V}_{FL1} que fluye en este paso fronterizo 201 también se puede determinar. Si aumenta el flujo volumétrico de gas transportador \dot{V}_{FL} , también aumenta el flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} . Porque mediante la

medición de la capacidad en litros (véase el proceso de calibración) se conocen tanto el período Δt como la masa de polvo m transportada durante este período, puede calcularse el flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} . El flujo volumétrico de gas transportador \dot{V}_{FL2} establecido durante la medición de la capacidad en litros también es conocido. Esto significa que la posición y la pendiente de la recta 203 pueden calcularse desde los puntos 201 y 202. La recta 203 puede servir como una aproximación realista al curso de curva real 200 y puede usarse para especificar el flujo volumétrico de polvo de recubrimiento \dot{m} asociado a un flujo másico de gas transportador \dot{V}_{FL} específico.

El sensor de presión 2 se puede utilizar para medir la presión que prevalece en la línea 9, 10 cuando el sensor de polvo 19 indica que se alcanza este límite 201. Esta presión p corresponde al valor de presión de compensación p_{com} .

En el dispositivo de recubrimiento de acuerdo con las figuras 4 y 8, la cantidad de flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} se ajusta a través de la duración de apertura del elemento de bloqueo (válvula de salida) 4. La figura 17 muestra un ejemplo del curso de la curva 300 del flujo másico de polvo de recubrimiento \dot{m} dependiendo de la duración de apertura T_{ap}/T de la válvula de escape 4. Como se desprende del curso de curva 300, el polvo comienza a fluir ya con una duración de apertura t_{ap}/T mínima (punto 301) en la línea de polvo 9, 10. Porque mediante la medición de la capacidad en litros (ver proceso de calibración) se conoce tanto al período Δt como la masa de polvo m transportada durante este período y la duración de apertura asociada t_{ap}/T ($= 1$), puede calcularse una recta 303 que pasa por los puntos 301 y 302 y reproduce con buena aproximación el curso real de la curva 300.

La figura 18 muestra un ejemplo del curso de curva 400 de una señal de presión S en la línea de polvo 9, 10 en función del tiempo t para varios eventos. Si el aplicador de pulverización 3 no se mueve o se mueve poco, el sensor de presión 2 genera una señal de presión S relativamente constante. Esto se puede ver en el curso de curva 400 a la derecha del instante t_4 . Sin embargo, cuando se mueve el aplicador de pulverización 3, se superpone una onda sinusoidal a la señal básica. Cuanto más polvo se transporta, más polvo se deposita en las paredes de la línea de polvo 9, 10. Si se excede un cierto caudal de transporte, durante el recubrimiento puede desprenderse repentinamente de las paredes una parte del polvo, que luego se transporta en aluvión al aplicador de pulverización 3 (el llamado transporte en dunas dentro de la manguera). Esto a su vez puede conducir a salpicaduras no deseadas en la nube de polvo generada por el aplicador de pulverización 3, lo que por regla general reduce la calidad del recubrimiento. Un evento de este tipo se refleja en la señal del sensor S y puede detectarse con la unidad de control y evaluación 15. Si el control 15 ha detectado tal evento en la señal del sensor S , puede emitir la información correspondiente al personal de servicio o adaptar automáticamente los parámetros operativos.

El grado de suciedad de la línea de polvo 9, 10 también puede especificarse a partir del desarrollo de la señal del sensor S . Si a la línea de polvo 9, 10 se aplica únicamente gas comprimido (la alimentación de polvo en la línea de polvo 8 se impide), la presión alcanza un valor máximo en el instante t_0 , luego cae y alcanza un nivel estable en el instante t_1 (después de aproximadamente 3 s). Este curso de señal de presión indica que la línea de polvo 9, 10 se va liberando gradualmente de polvo. Después de que la señal de presión alcance un valor constante p_{com} después de t_1 ha supuesto (sección t_1 a t_2), se puede suponer que el polvo se ha soplado fuera de la línea de polvo 9, 10. En la fase de recubrimiento subsiguiente, que comienza a partir del instante $t_3 = 12$ s, se alcanza un estado constante en el instante t_4 . Cuanto más largo sea la línea de polvo 9, 10, más tardará en aumentar la señal (entre t_3 y t_4). La unidad de control y evaluación 15 también puede determinar, por ejemplo, la longitud de la línea de polvo 9, 10 a partir de la señal del sensor S .

Para poder especificar aún más exactamente el valor de compensación de presión P_{com} , es útil realizar la medición cuando la línea de polvo 9, 10 presente una cierta cantidad de residuos de polvo.

La línea de polvo 9, 10 puede ser, por ejemplo, una manguera de polvo.

La longitud de la línea de polvo 9 y su forma de colocarse también pueden influir (Figura 19). El número y la forma de las curvaturas y sus radios R no influyen por regla general en la presión de compensación p_{com} , pero ciertamente pueden tener un impacto en la presión diferencial real. La razón es que las partículas de polvo chocan en cada curvatura con la pared de la manguera y al principio pierden velocidad. A continuación, el flujo de gas acelera nuevamente las partículas. La energía necesaria para ello provoca un aumento de la presión dinámica, que no se tuvo en cuenta a la hora de determinar la presión de compensación p_{com} . En la definición dada anteriormente, este factor disminuye cuantas más curvaturas haya.

Por regla general, es ventajoso elegir los radios R de las curvaturas de las mangueras lo más grandes posibles y evitar que se doblen. También es ventajoso prever una sección de estabilización 9.5 en la línea de polvo 9, 10.

Puede estar previsto que, por ejemplo, durante la puesta en marcha de la instalación de recubrimiento se transfieran parámetros adicionales al control 15 a través de la línea de polvo 9, 10 o las líneas de polvo. La longitud de la manguera de polvo 9, 10 y, por ejemplo, el número de codos y sus radios R se pueden transferir al control 15 para cada aplicador de pulverización 3. La altura media a la que está dispuesto la línea de polvo 9, 10 también se puede transferir al control

15. Con dicha información adicional, el control 15 puede entonces calcular, por ejemplo, un factor de colocación VF.

5 Los procedimientos descritos anteriormente no se limitan a los dispositivos de transporte y dispositivos de recubrimiento descritos anteriormente. Por ejemplo, los procedimientos descritos anteriormente también se pueden utilizar en los dispositivos de transporte descritos en los documentos DE 10 2017 103 316 A1, DE 10 2018 133 713 A1, WO 2009/037540 A2, DE 10 2005 006 522 B3, EP 2 77 821 A1, WO 2003/024612 A1, DE 102 47 829 A1, WO 2005/051549 A1, EP 3 238 832 A1, DE 103 00 280 A1, DE 103 53 968 A1, WO 2014/161718 A1 y WO 2014/202342 A1 para medir el flujo másico de polvo. Los dispositivos de medición descritos anteriormente también se pueden utilizar en los dispositivos de transporte recién mencionados. Lo mismo se aplica a los sistemas de transporte de tapón PP25 y PP40 de la empresa J. Wagner GmbH, 88677 Markdorf, que se describen en su manual de instrucciones, edición 10 11/2020, número de pedido DOC2368103.

15 La descripción anterior de los ejemplos de realización de acuerdo con la presente invención sirve solo para fines ilustrativos. En el marco de la invención son posibles diversos cambios y modificaciones del dispositivo de medición y del dispositivo de transporte. Por ejemplo, los diversos componentes de los dispositivos de recubrimiento mostrados en las figuras 1 a 4, 7 a 15 y 19 también se pueden combinar entre sí de una manera diferente a la que se muestra en las figuras.

20 Lista de referencias

1	Transportador de polvo
1,1	Entrada de polvo del transportador
1,2	Salida de polvo del transportador
2	Sensor de presión
3	Pulverizador
4	Elemento de bloqueo
6	Recipiente de almacenamiento de polvo
7	Línea de suministro de polvo
8	Línea de polvo
9	Línea de polvo
9.1	Extremo aguas abajo de la línea de polvo
9.2	Abertura
9.4	Curvatura
9.5	Sección de estabilización
10	Línea de polvo
10,1	Primer extremo de la línea de polvo
10,2	Segundo extremo de la línea de polvo
11	Elemento de bloqueo/válvula
13	Fuente de gas comprimido
14	Elemento de bloqueo/válvula
15	Unidad de control y evaluación
16	Equipo de ajuste
17	Panel de control/pantalla
18	Fuente de gas comprimido controlable
19	Sensor de polvo
20	Polvo de recubrimiento
21	Tabique
22	Válvula
23	Válvula
24	Válvula
25	Inyector
25,1	Tobera impulsora
25,2	Tobera colectora
25.3	Conexión de gas transportador
25,4	Conexión de gas de dosificación
25,5	Canal de gas de dosificación
25,6	Canal de aspiración
25,7	Manguito guía
26	Regulador de presión
27	Transductor de presión
28	Obturador
29	Fuente de gas comprimido
30	Válvula de regulación de presión
31	Válvula de regulación de presión
32	Línea de sensor de presión
33	Acoplamiento de sensor

33,1	Entrada de polvo
33,2	Conexión de sensor
33.3	Salida de polvo
33:1 - 33:9	Acoplamiento de sensor primero al noveno
34	Carril
40	Fuente de gas comprimido
41	Elemento de bloqueo
45	Fuente de gas comprimido
46	Elemento de bloqueo/válvula
51	Recipiente de trabajo
51,2	Conexión de aireación
51.3	Conexión de limpieza
52	Recipiente intermedio
52.1	Conexión al recipiente intermedio
52.2	Salida de polvo del recipiente intermedio
55	Pulverizador
56	Cabina de recubrimiento
57	Separador ciclónico
58	Filtro posterior
59	Tamiz ultrasónico
61	Válvula
62	Válvula de aireación
64	Válvula
65	Válvula
66	Válvula
67	Entrada para gas de transporte
69	Equipo de fluidización
70	Dispositivo agitador
71	Válvula para polvo fresco
72	Válvula
73	Válvula
74	Válvula
75	Válvula de vacío o generador de presión negativa
76	Válvula
77	Válvula para polvo fresco
78,1	Sensor de presión
79	Sensor
80	Recipiente de almacenamiento
81	Bomba
84	Válvula de regulación de presión
90	Línea
91	Línea
92	Línea
93	Línea
94	Línea
95	Línea
96	Línea
97	Línea
98	Entrada de polvo
99.1 - 99.n	Salidas de polvo
100	Dispositivo de transporte de polvo
103	Tubo de empalme
110	Pieza de trabajo
121	Válvula
122	Válvula
123	Bomba
132	Canal de gas de transporte
133	Boquilla de manguera
194	Intersticio anular
196	Cuerpo de salida
196.2	Canal de polvo
200	Curva del transportador de polvo
201	Inicio de transporte
202	Punto de calibración
203	Recta
211	Electrodo de medición

213	Conexión de sensor/conexión de la señal de medición
214	Manguito
215	Electrónica de sensores
240	Conexión eléctrica
250	Conexión de control de aire comprimido para válvula 4
300	Curva del transportador de polvo
301	Punto de calibración
302	Punto de calibración
303	Recta
400	Curva del transportador de polvo
501 - 510	Etapas
601 - 604	Etapas
DL	Gas de dosificación
DRL	Gas comprimido
FL	Gas transportador
fdl	Gas fluidizante
FP	Polvo fresco
k	Valor de corrección
m	Masa de polvo
m	Flujo másico de polvo de recubrimiento
P	Partícula
PD	Flujo de polvo
p	Presión
p_k	Valor de presión para calibración
p_{com}	Presión de compensación
RP	polvo reciclado
S	Señal de sensor
S2	Señal de sensor
SL	Gas de lavado
t_0	Instante
t_1	Instante
t_2	Instante
t_3	Instante
t_4	Instante
TL	Gas de transporte
t	Tiempo
tap	Periodo de funcionamiento
T	Duración del período
Δt	Duración
\dot{V}	Flujo volumétrico de gas comprimido
\dot{V}_1	Flujo volumétrico de gas comprimido
\dot{V}_2	Flujo volumétrico de gas comprimido
α	ángulo

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición para medir un flujo másico de polvo de recubrimiento que se puede generar con gas comprimido en una línea de polvo,
- 5
- con una unidad de control y evaluación (15) que está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que puede cambiar entre un modo de compensación (*offset*) y un modo operativo,
 - en el que la unidad de control y evaluación (15) garantiza en el modo de compensación,
- 10
- que un equipo de ajuste (16) aplique gas comprimido (DRL) a la línea de polvo (9, 10) e impida el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo (9, 10),
 - luego un sensor de presión (2) registra la presión en la línea de polvo (9, 10) y
 - la unidad de control y evaluación (15) interpreta la presión registrada como valor de presión de compensación (p_{com}), y
- 15
- en el que la unidad de control y evaluación (15) garantiza en el modo operativo que
- el equipo de ajuste (16) libere el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo (9, 10), y
 - luego, basándose en la presión (p) registrada por el sensor de presión (2) en la línea de polvo (9, 10), el valor de presión de compensación (p_{com}) y un valor de corrección (k) determina el flujo másico de polvo de recubrimiento (\dot{m}) que fluye a través de la línea de polvo (9, 10).
- 20
2. Dispositivo de medición según la reivindicación 1, en el que el equipo de ajuste (16) comprende una fuente de gas comprimido (18) controlable.
- 25
3. Dispositivo de medición según la reivindicación 1 o 2, en el que el equipo de ajuste (16) comprende un elemento de bloqueo (4).
4. Dispositivo de medición según la reivindicación 1, en el que la unidad de control y evaluación (15) está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que cambia repetidamente al modo de compensación y determina de nuevo el valor de presión de compensación (P_{com}).
- 30
5. Dispositivo de medición según la reivindicación 1, en el que la unidad de control y evaluación (15) está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que determina de nuevo el flujo másico de polvo de recubrimiento (\dot{m}).
- 35
6. Dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la unidad de control y evaluación (15) está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que puede cambiar a un modo de calibración, y en el modo de calibración garantiza que
- 40
- el equipo de ajuste (16) libere el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo (9, 10) durante un cierto período (Δt),
 - luego el sensor de presión (2) mientras tanto registra la presión en la línea de polvo (9, 10) y
 - la unidad de control y evaluación (15) interpreta la presión registrada como valor de presión (p_k), y
 - la unidad de control y evaluación (15), basándose en la masa de polvo de recubrimiento (m) que fluye a través de la línea de polvo (9, 10) durante este período (Δt) y en los dos valores de presión (p_{com} , p_k), determina el valor de corrección (k).
- 45
7. Dispositivo de medición según la reivindicación 6, en el que la unidad de control y evaluación (15) está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que cambia repetidamente al modo de calibración y determina de nuevo el valor de presión de corrección (k).
- 50
8. Dispositivo de medición según la reivindicación 6 o 7, en el que la unidad de control y evaluación (15) está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que cuando el valor de corrección (k) recién determinado difiere del valor de corrección anterior, lo adapta y/o señala la desviación.
- 55
9. Dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 8, con un sensor de polvo (19) para detectar si el polvo de recubrimiento fluye a través de la línea de polvo (9, 10).
- 60
10. Dispositivo de medición según la reivindicación 9, en el que el sensor de polvo (19) está dispuesto en un aplicador de pulverización (3) conectado a la línea de polvo (9, 10).
- 65
11. Dispositivo de medición según la reivindicación 10, en el que el sensor de polvo (19) está configurado como sensor de influencia o como sensor óptico.

12. Dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la unidad de control y evaluación (15) está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que calcula un valor de presión suavizado a partir de varios de los valores de presión (p) registrados por el sensor de presión (2).
- 5 13. Dispositivo de transporte para polvo de recubrimiento con un dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 12,
- 10 - con un transportador de polvo (1) que puede hacerse funcionar con gas comprimido (DRL), que está conectado con la línea de polvo (9, 10) en el lado de salida, y
 - en el que el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo (9, 10) se puede impedir con el equipo de ajuste (16).
14. Dispositivo de transporte según la reivindicación 13,
 15 en el que la línea de polvo (9, 10) está conectada con un aplicador de pulverización (3) en el lado de salida.
15. Dispositivo de transporte según la reivindicación 14,
 en el que la fuente de gas comprimido (18) presenta un elemento de bloqueo de gas comprimido (11; 14).
- 20 16. Dispositivo de transporte según una de las reivindicaciones 13 a 15,
 en el que la fuente de gas comprimido (18) presenta un regulador de flujo volumétrico (30; 31) que está previsto para mantener el flujo volumétrico de gas comprimido (1) alimentado al transportador de polvo (\dot{V}) en un valor constante y predeterminable.
- 25 17. Dispositivo de transporte según una de las reivindicaciones 13 a 16,
 en el que el transportador de polvo (1) presenta un inyector (25).
18. Dispositivo de transporte según una de las reivindicaciones 13 a 15,
 30 - en el que el transportador de polvo (1) presenta un recipiente de trabajo (51) presurizable con una entrada de polvo (98) y una salida de polvo (99.1), en donde la salida de polvo (99.1) está conectada con el elemento de bloqueo (4), y
 - en el que la línea de polvo (9, 10) presenta una entrada para gas de transporte (TL) en el lado de entrada.
- 35 19. Dispositivo de transporte según una de las reivindicaciones 13 a 18,
 en el que la unidad de control y evaluación (15) está configurada y puede hacerse funcionar de tal manera que controla la fuente de gas comprimido (18) de manera que se produce un flujo másico de polvo de recubrimiento específico (\dot{m}).
- 40 20. Procedimiento para medir el flujo másico de polvo de recubrimiento con un dispositivo de medición según la reivindicación 1, que comprende las siguientes etapas:
- 45 - la unidad de control y evaluación (15) se lleva al modo de compensación,
 - se aplica gas comprimido (DRL) a la línea de polvo (9, 10) mediante el equipo de ajuste (16) y se impide el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo (9, 10),
 - la presión en la línea de polvo (9, 10) se registra con el sensor de presión (2) y se interpreta como un valor de presión de compensación (p_{com}),
 - la unidad de control y evaluación (15) se lleva al modo operativo,
 - con ayuda del equipo de ajuste (16) se libera el flujo de polvo de recubrimiento en la línea de polvo (9, 10),
 - la presión en la línea de polvo (9, 10) se registra con el sensor de presión (2), y
 50 - utilizando la presión registrada, el valor de presión de compensación (p_{com}) y el valor de corrección (k), la unidad de control y evaluación (15) determina el flujo másico de polvo de recubrimiento (\dot{m}) que fluye a través del conducto de polvo (9, 10).

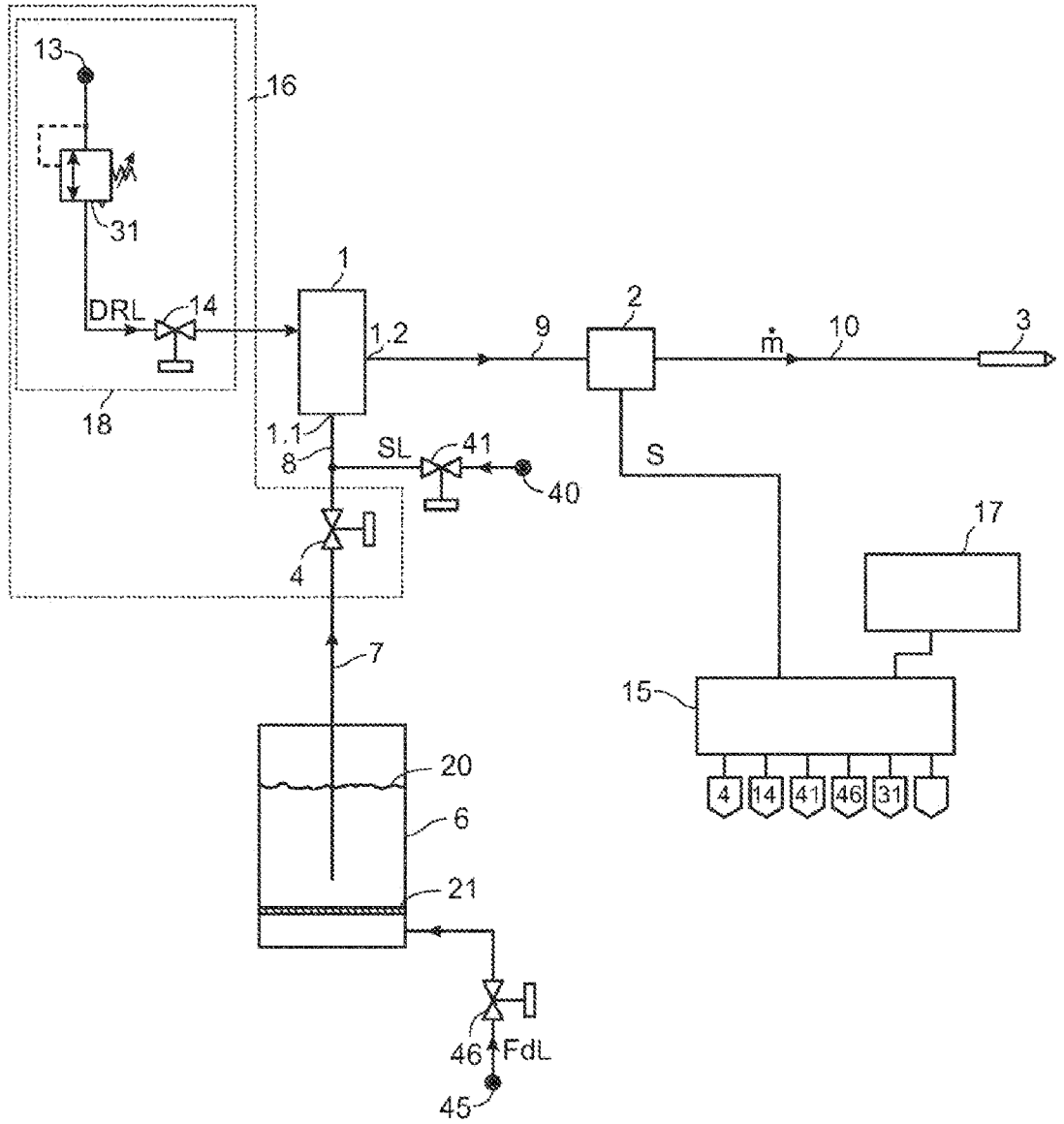


Fig. 1

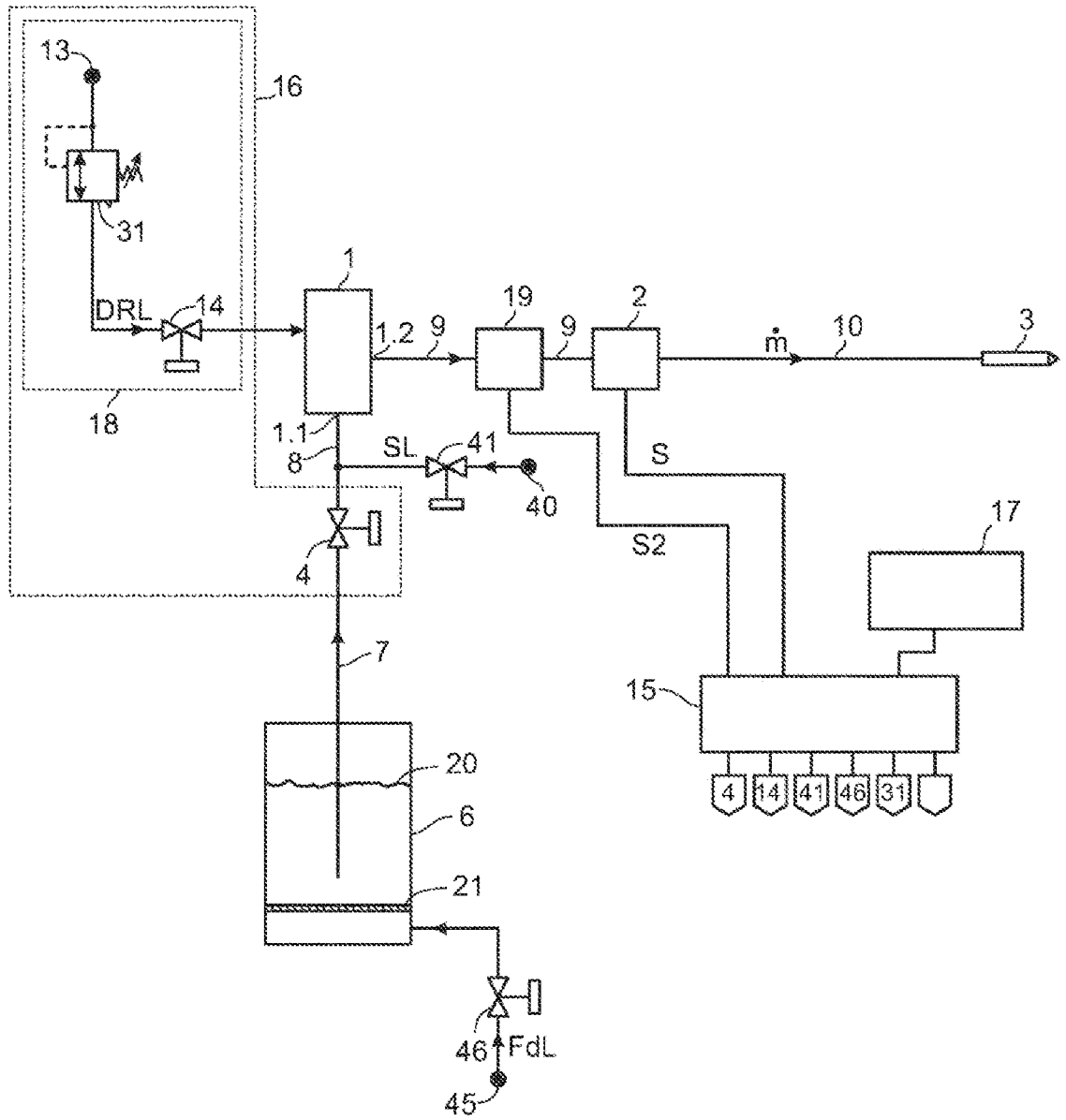


Fig. 2

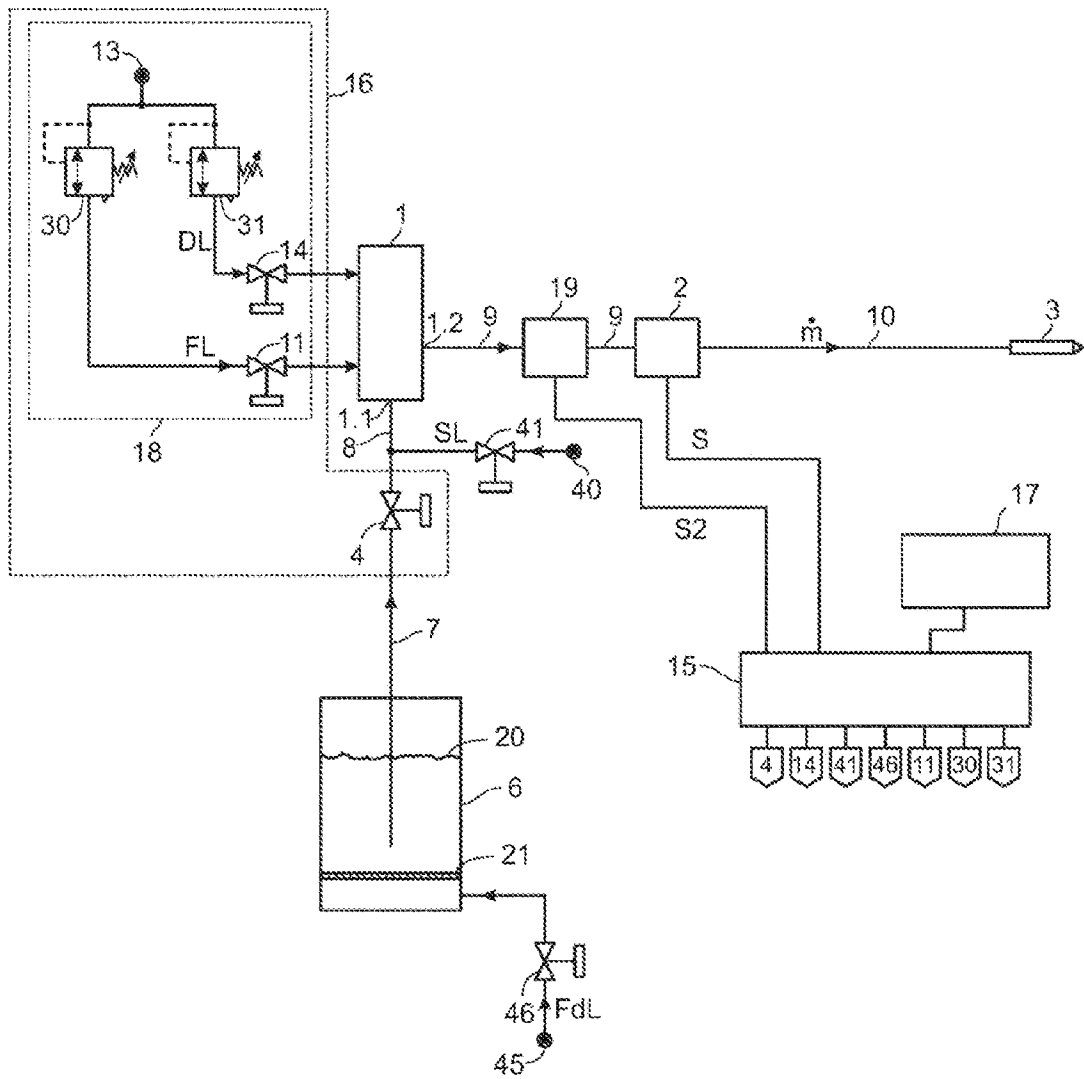


Fig. 3

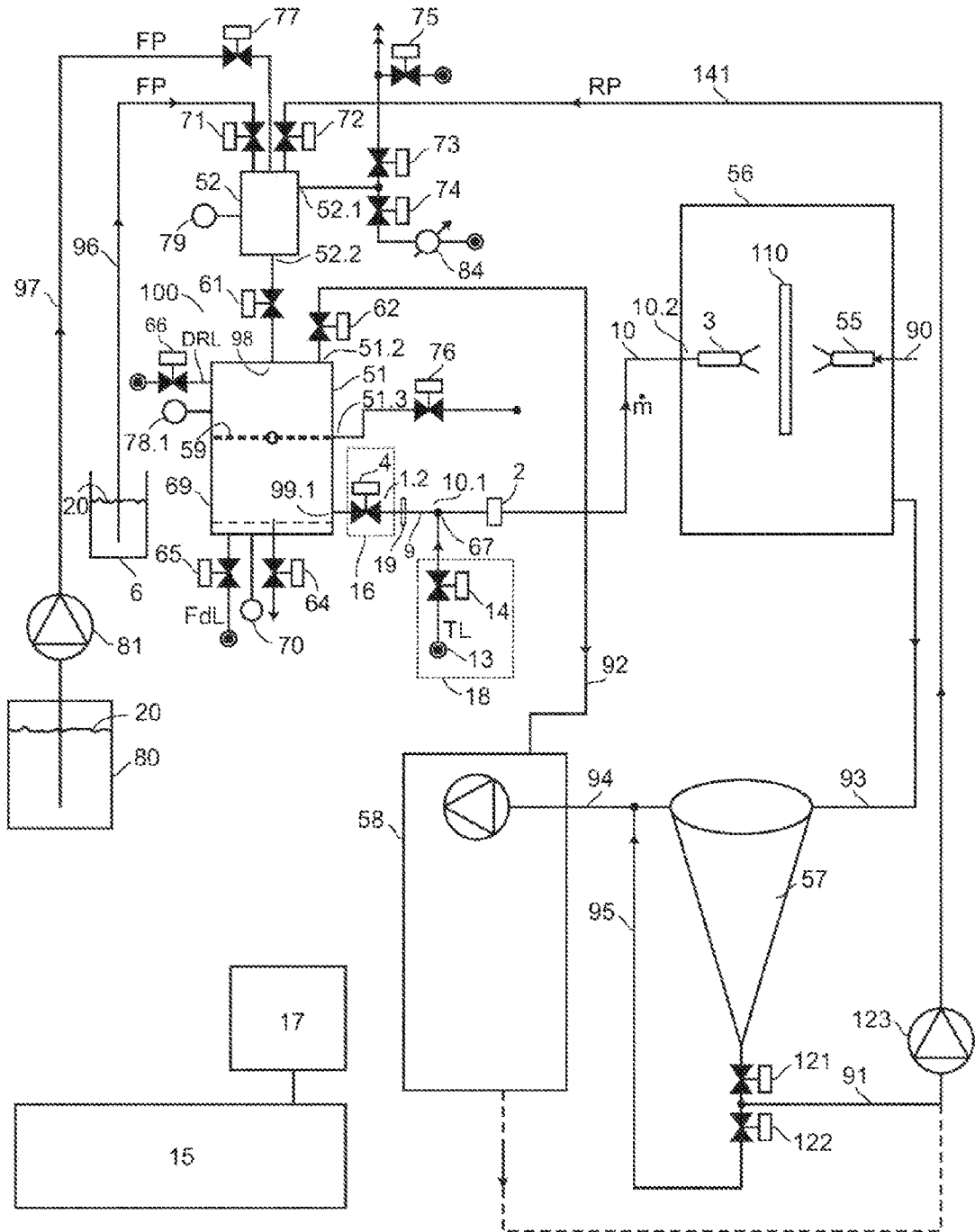


Fig. 4

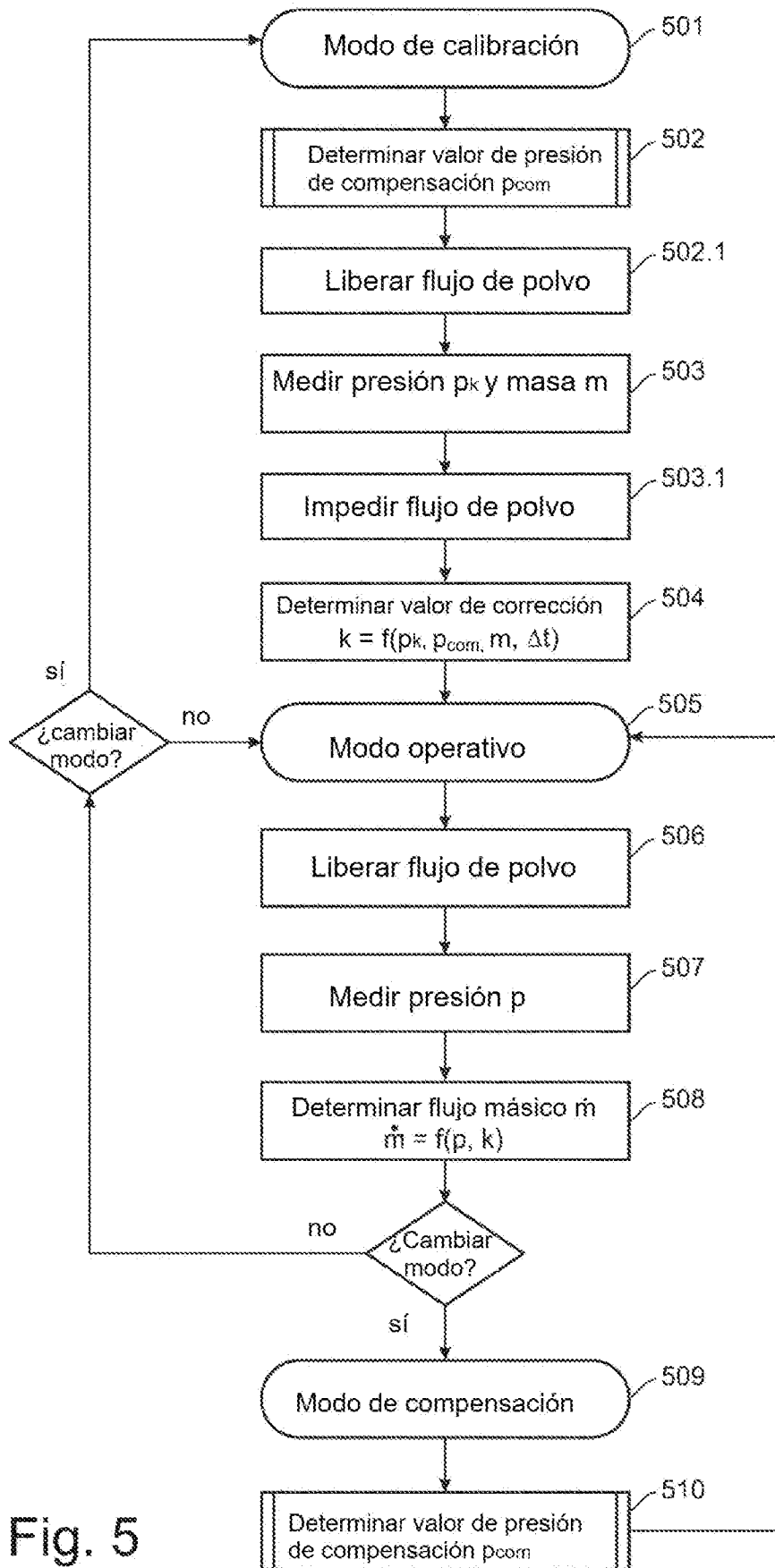


Fig. 5

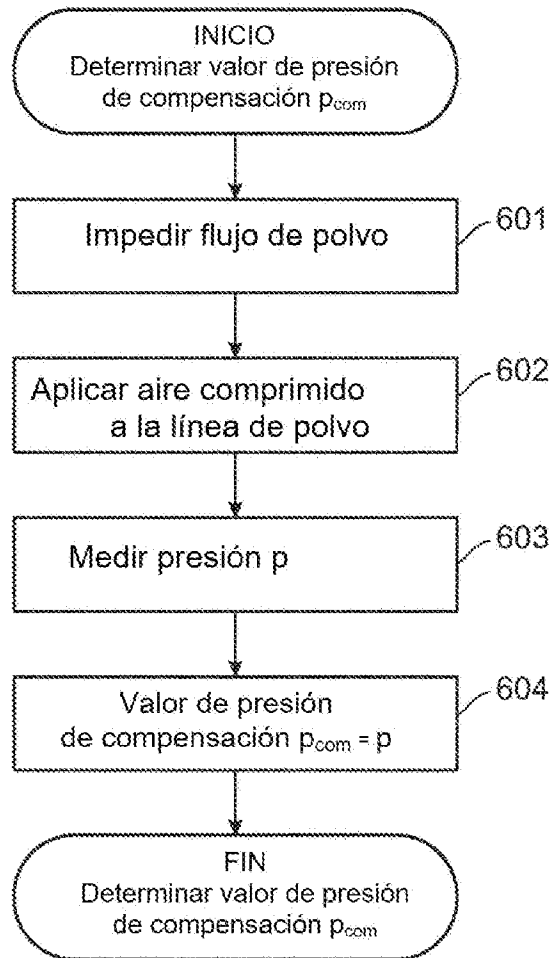


Fig. 6

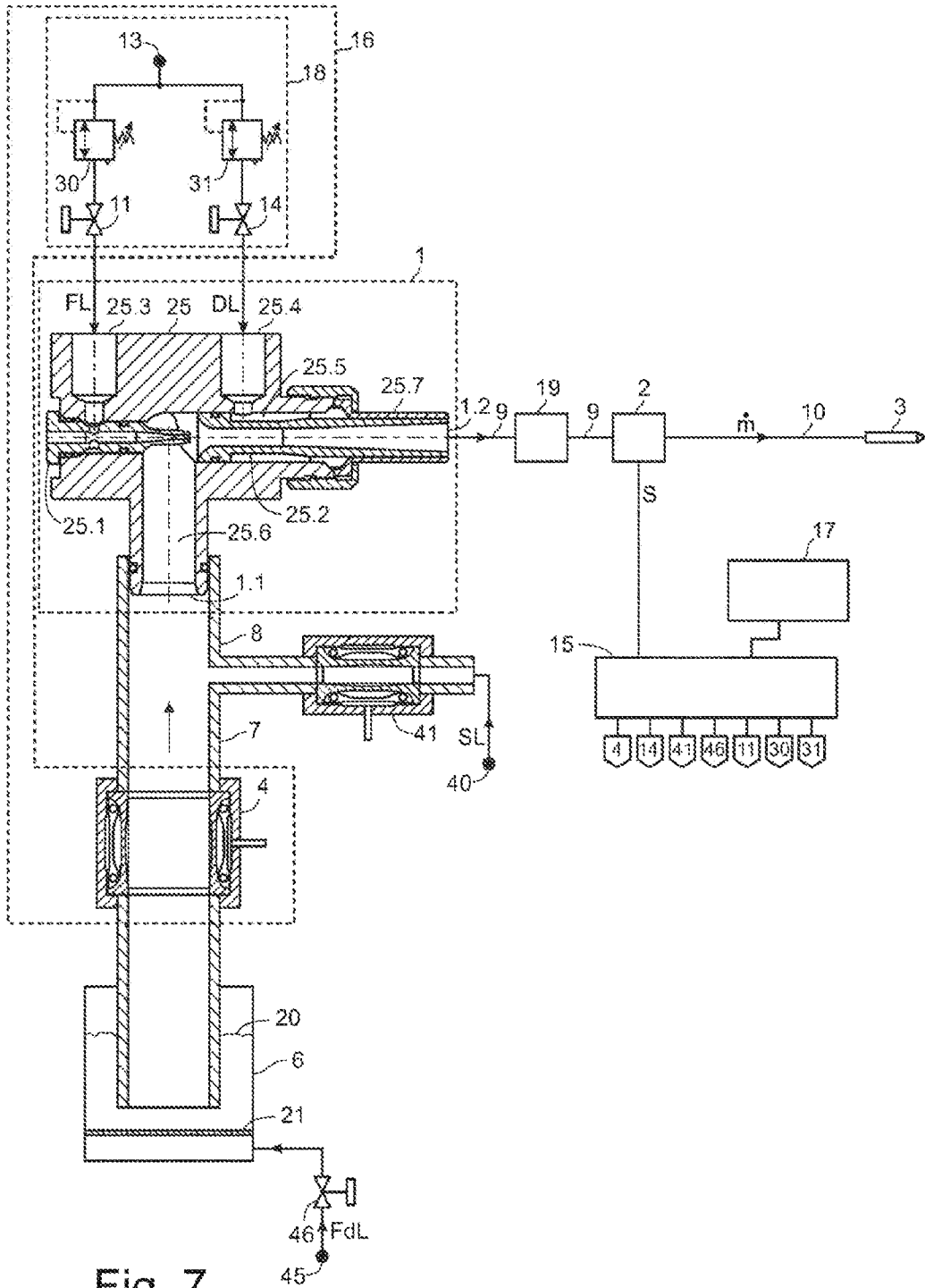


Fig. 7

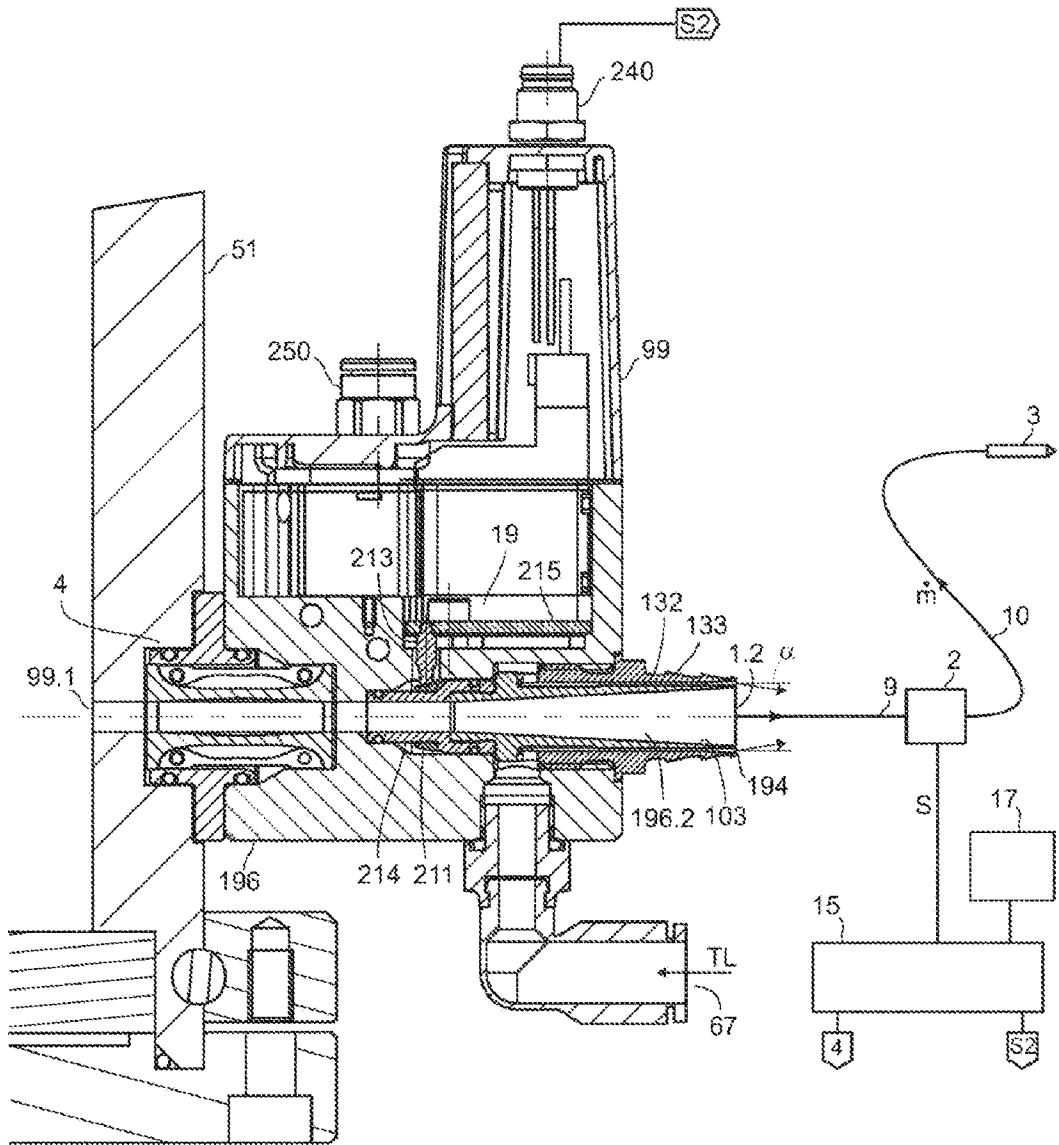


Fig. 8

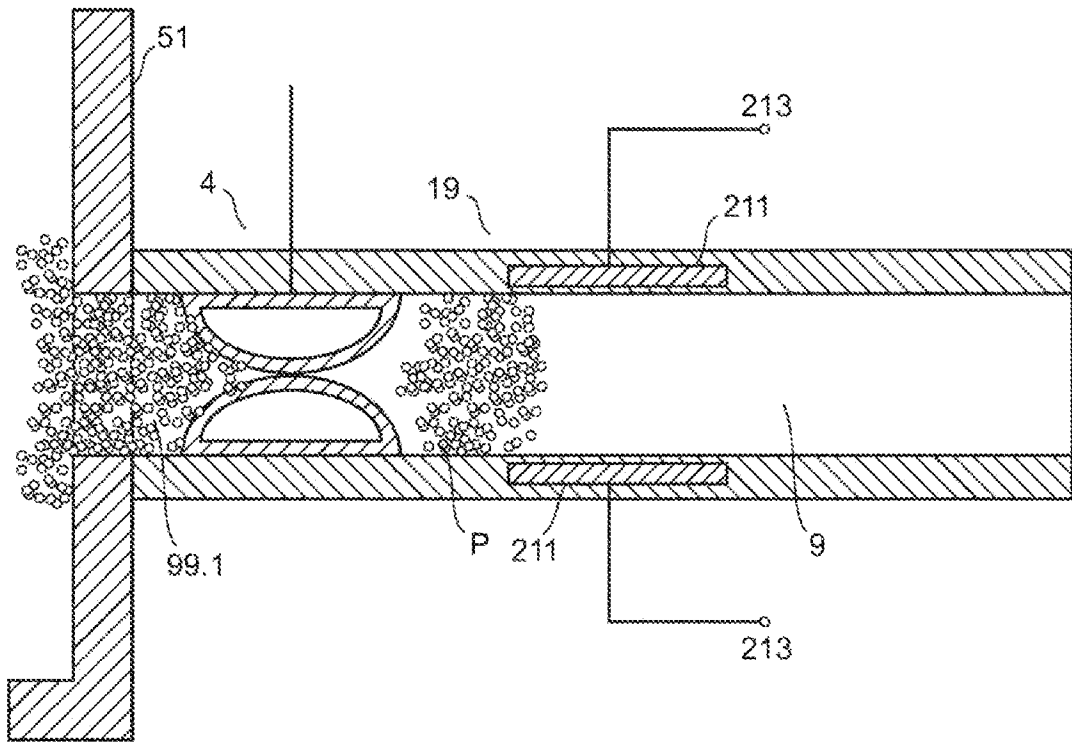


Fig. 9

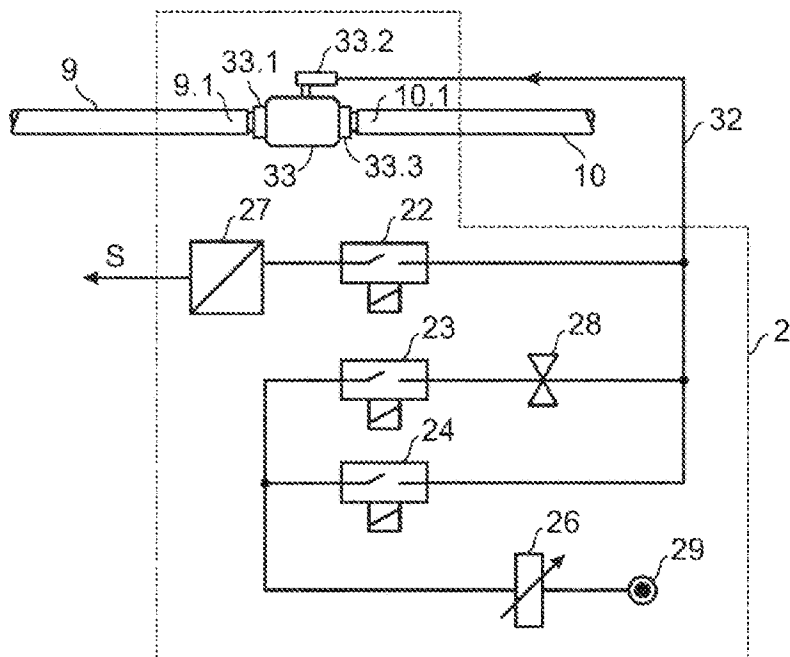


Fig. 10

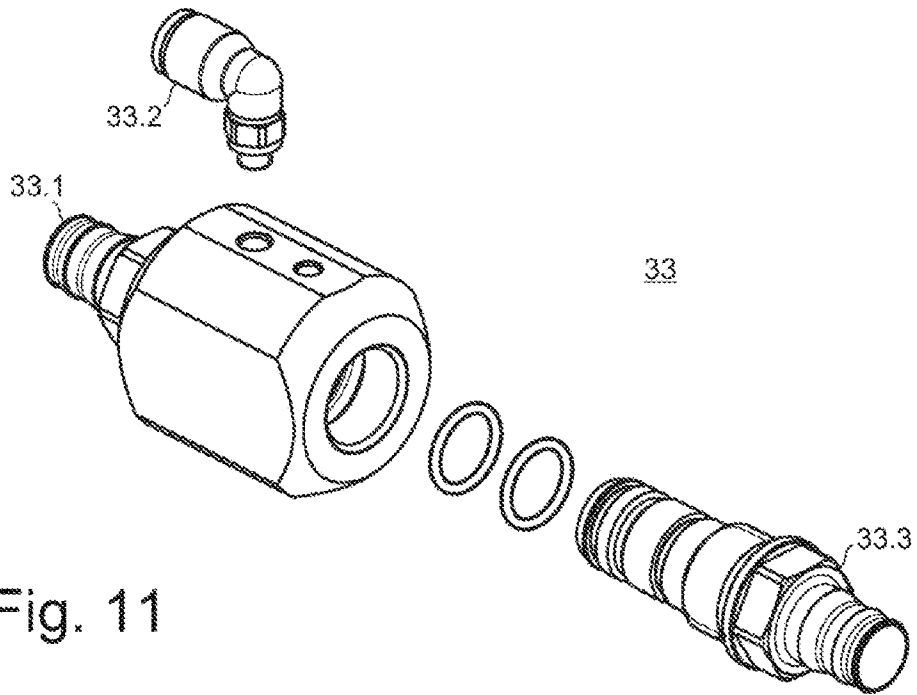


Fig. 11

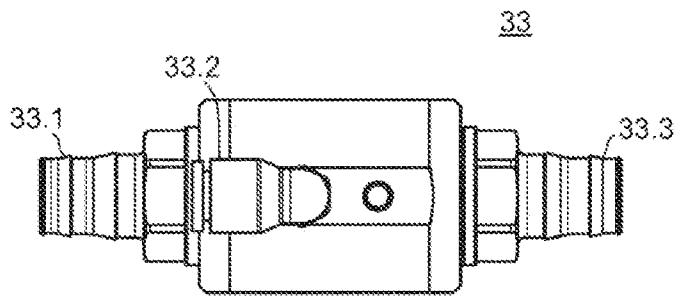


Fig. 12

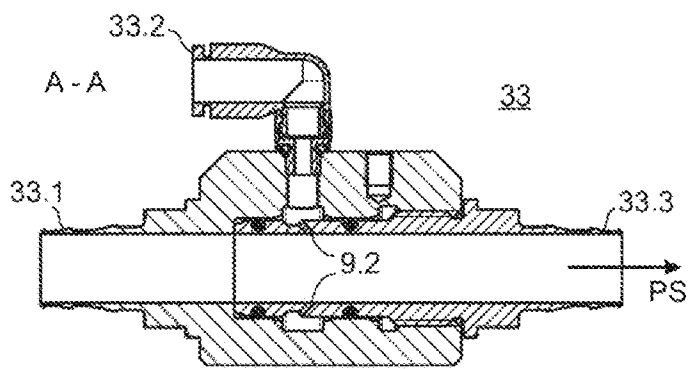


Fig. 13

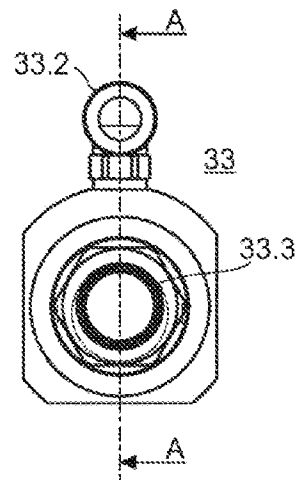


Fig. 14

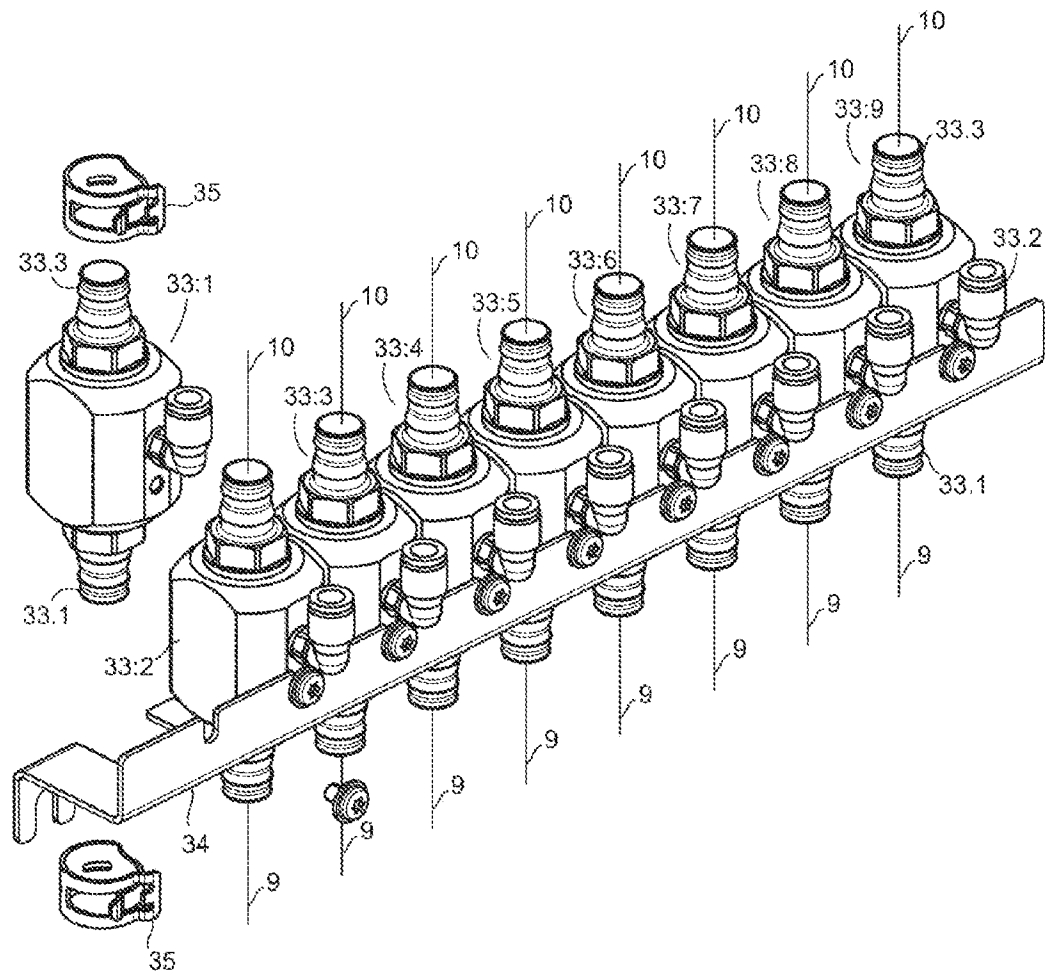


Fig. 15

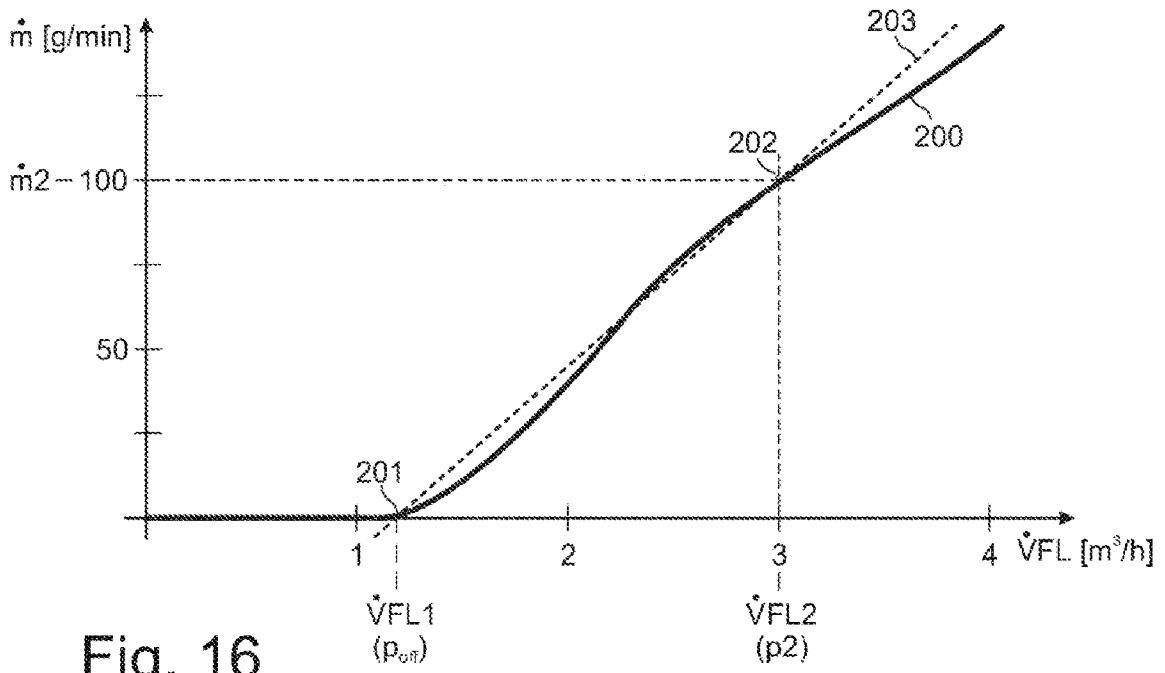


Fig. 16

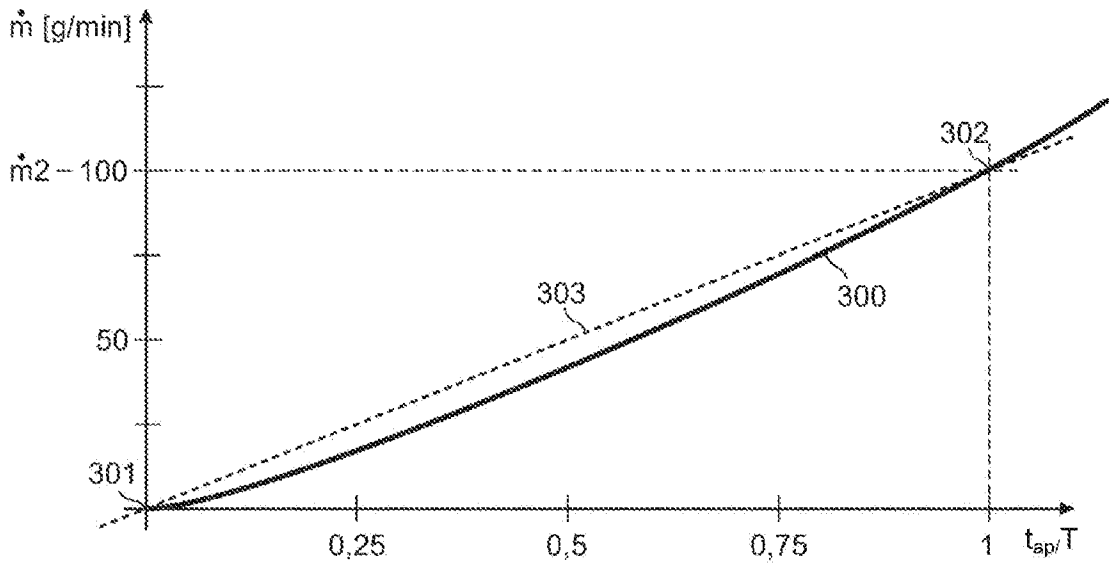


Fig. 17

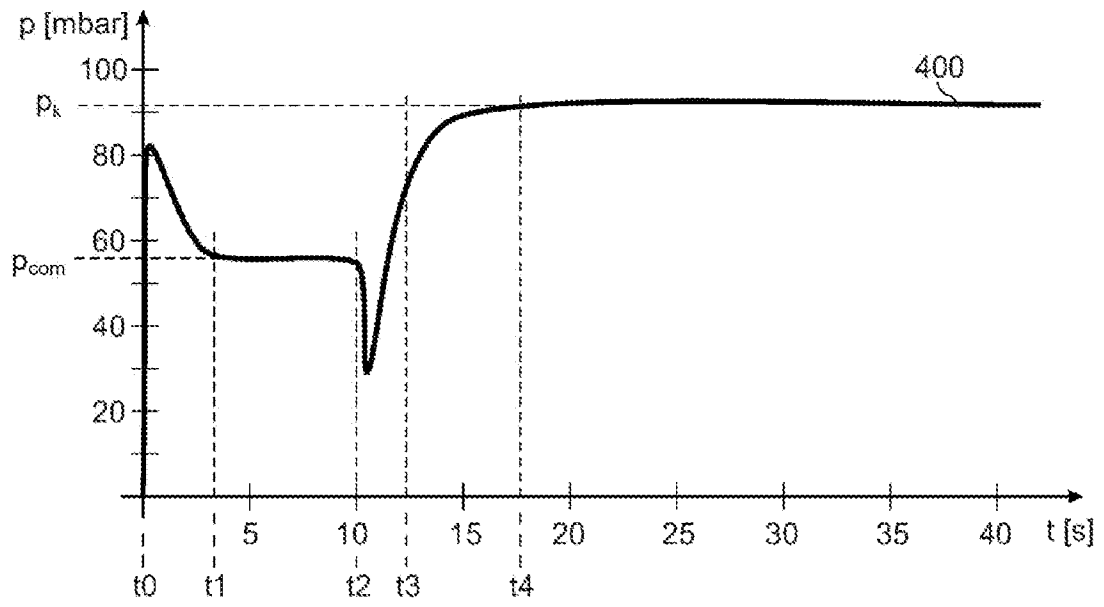


Fig. 18

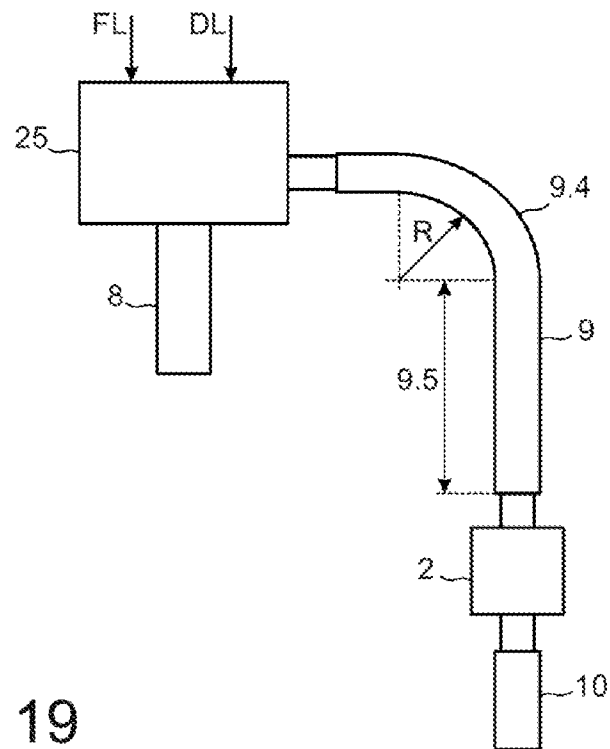


Fig. 19