

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 853 477**

51 Int. Cl.:

B02C 17/16 (2006.01)

B02C 17/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2018** E 18155401 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2020** EP 3520899

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la molienda de alta energía y/o de pulverización de partículas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.09.2021

73 Titular/es:

**HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT
ZENTRUM FÜR MATERIAL- UND
KÜSTENFORSCHUNG GMBH (100.0%)
Max-Planck-Strasse 1
21502 Geesthacht, DE**

72 Inventor/es:

**BELLOSTA VON COLBE, JOSÉ M.;
KLASSEN, THOMAS;
DORNHEIM, MARTIN y
ZOZ, HENNING**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 853 477 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 y procedimiento para la molienda de alta energía y/o de pulverización de partículas

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para la molienda de alta energía y/o de pulverización de partículas con la ayuda de cuerpos de molienda vertible.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 Dispositivos de este tipo, en particular molinos de bolas, se usan entre otros para la trituración más fina u homogeneización de producto a moler. El producto a moler se introduce junto con los cuerpos de molienda en forma de bolas en un espacio de molienda y se pone en movimiento con la ayuda de un rotor accionado. Las bolas que se mueven colisionan con el producto a moler, por lo que este se tritura. Los molinos de bolas permiten una molienda en una atmósfera de gas, como por ejemplo durante la producción de hidruros de metal, es decir, en la molienda de aleaciones de metales en una atmósfera de hidrógeno, o en la pulverización de hidruros de metal en una atmósfera de gas de protección, por ejemplo, utilizando argón. Como producto a moler se pueden usar básicamente sustancias cualesquiera, es decir, por ejemplo, piedras, cemento, madera, así como pigmentos de color y aleaciones de metales. El producto a moler se puede triturar formando partículas con un tamaño de algunos μm hasta un tamaño de varios μm .

- 20 Un molino de bolas se da a conocer, por ejemplo, en el documento DE 196 35 500 A1. El molino de bolas comprende un contenedor de molienda con un espacio de molienda situado en él, que puede recibir un lote de cuerpos de molienda vertibles. En el espacio de molienda está dispuesto un rotor cuyo árbol se puede accionar respecto al cuerpo de molienda fijo. El cuerpo de molienda presenta una tubuladura, que permite una introducción del producto a moler en el contenedor de molienda y una extracción del producto a moler después de la finalización del proceso de molienda.

- En el tamaño de partícula del producto a moler se puede influir a través de varios parámetros, como a través de la velocidad de giro del rotor, la relación, en particular la relación de masa, entre cuerpos de molienda y producto a moler y en particular por la duración de la molienda. Estos parámetros son distintos para cada producto a moler. En particular, durante la molienda en una atmósfera de gas cerrada no es posible una abertura del espacio de molienda para el control del tamaño de las partículas durante un proceso de molienda sin destrucción de la atmósfera de gas. Esto tendría como consecuencia, por ejemplo, al usar hidruros de metal, que estos entrarían en contacto con oxígeno y eventualmente se volverían inutilizables. Por ello, puede ocurrir que los distintos lotes del mismo producto a moler se deban moler con diferentes parámetros de molienda, para que se obtengan partículas con el tamaño de partícula deseado. Esto conduce a un funcionamiento antieconómico del molino de bolas, puesto que eventualmente el producto a moler se debe eliminar en el caso de resultado de molienda insuficiente.

- El documento DE 36 23 833 A1 da a conocer un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1 y se refiere a un procedimiento para el control de un

- 40 molino agitador, en el que se determina la finura del producto, el valor determinado se incorpora en una varilla de regulación y se regula al menos un parámetro que determina la potencia de molienda específica.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 45 La presente invención tiene el objetivo de poner a disposición un dispositivo para la molienda de alta energía y/o de pulverización de partículas, que permita un funcionamiento económico. Además, se pondrá a disposición un procedimiento económico para la molienda de alta energía y/o de pulverización de partículas.

- 50 Los objetivos anteriores se consiguen por un dispositivo con las características de la reivindicación 1 y por un procedimiento con las características de la reivindicación 10.

- El dispositivo comprende un dispositivo de medición para la medición del tamaño de partícula del producto a moler. El contenedor de molienda presenta al menos una unión de conexión para la conexión con el dispositivo de medición. El dispositivo de medición está conectado con el contenedor de molienda, de manera que las partículas se pueden extraer del espacio de molienda durante un proceso de molienda y determinarse su tamaño. Preferiblemente, la unión de conexión está configurada como una primera unión de conexión. Opcionalmente, la extracción de las partículas se puede realizar de forma continua o discontinua.

- 60 La medición de tamaño de partícula durante un proceso de molienda permite que los parámetros de molienda, como

por ejemplo la velocidad de giro del rotor, así como la duración de molienda todavía se pueden adaptar durante el proceso de molienda, de modo que, en su caso, es necesario un número mínimo de ensayos de molienda para obtener el tamaño de partícula deseado del producto a moler.

- 5 Preferiblemente, el tamaño de partícula se determina por medio de difracción láser. A este respecto, las partículas se extraen del contenedor de molienda en un flujo de extracción de gas y se pasan por delante de un rayo láser en un punto de medición del dispositivo de medición para la difracción láser. Se conoce el procedimiento general para la determinación del tamaño de partícula por difracción láser y se describe, por ejemplo, en la norma ISO 13320 (2009). Se puede adquirir difractómetros láser, por ejemplo, de la empresa Malvern Instruments GmbH, Herrenberg, Alemania o de la empresa Sympatec, Clausthal-Zellerfeld, Alemania.

Según la invención, el dispositivo de medición está conectado con una línea de suministro de gas y configurado para conducir un flujo de suministro de gas desde la línea de suministro de gas a través de la línea de conexión al espacio de molienda en un primer estado de conmutación durante el proceso de molienda. Preferiblemente, la línea de suministro de gas está conectada con un acumulador de gas, de modo que se garantiza un flujo de suministro de gas continuo. El producto a moler que se mueve en el espacio de molienda tiende a fijarse en la primera unión de conexión y obstruirla, de modo que no se pueden extraer más partículas del espacio de molienda. Con la ayuda de un flujo de suministro de gas continuo en el espacio de molienda se impide una obstrucción correspondiente de la primera unión de conexión durante el funcionamiento del molino fuera de los tiempos de extracción.

Según otra forma de realización de la invención, el dispositivo de medición está configurado además para generar una depresión en un segundo estado de conmutación con la ayuda del flujo de suministro de gas que fluye desde la línea de suministro de gas, a fin de aspirar un flujo de extracción de gas con las partículas contenidas en él fuera del espacio de molienda y transportarlo para la medición de tamaño de partícula en la dirección del dispositivo de medición. Preferiblemente la depresión se genera en el dispositivo de medición. Opcionalmente el flujo de suministro de gas se desvía en el segundo estado de conmutación, de manera que genera una depresión de forma similar al principio de una bomba de chorro de agua y así aspira un flujo de extracción de gas del espacio de molienda. La conmutación del dispositivo de medición del primero al segundo estado de conmutación y/o de vuelta se puede realizar de forma manual o automática por el dispositivo de medición.

Igualmente es preferible una forma de realización en la que el contenedor de molienda presente dos lados frontales opuestos entre sí, que se extiendan respectivamente transversalmente al eje longitudinal del contenedor de molienda, donde la primera unión de conexión está dispuesta en uno de los lados frontales y está posicionada sobre una línea imaginaria, que discurre radialmente y esencialmente horizontalmente partiendo del eje longitudinal. Preferiblemente la primera unión de conexión se sitúa de forma centrada sobre la línea imaginaria, que discurre horizontalmente, es decir, en el centro entre el eje longitudinal y una pared interior del contenedor de molienda. Durante un proceso de molienda, las partículas presentan una distribución de tamaño no homogénea en el espacio de molienda. Mientras que las partículas más grandes y por consiguiente más pesadas se mueven a la zona inferior del espacio de molienda, es decir, así por debajo de la línea imaginaria, que discurre horizontalmente, las partículas más ligeras se sitúan en la zona superior del espacio de molienda, es decir, por encima de la línea imaginaria que discurre horizontalmente. En el marco de la invención se ha mostrado que una disposición correspondiente de la primera unión de conexión sobre la línea que discurre horizontalmente permite una extracción de partículas del contenedor de molienda, que es representativa de la distribución de tamaño de las partículas situadas en el contenedor de molienda. Por consiguiente, se garantiza una medición representativa del tamaño de partícula por parte del dispositivo de medición.

En otra forma de realización de la invención, la primera unión de conexión tiene un único paso circular con un diámetro de 0,1 mm a 5 mm, preferiblemente de 3 mm a 4,1 mm, de forma especialmente preferible de aproximadamente 4 mm. Opcionalmente el paso está previsto en un inserto que se puede insertar en la primera unión de conexión. Preferiblemente, las bolas en el interior del espacio de molienda presentan un diámetro considerablemente mayor que el paso circular. De este modo se impide una salida de las bolas del espacio de molienda a través de la primera unión de conexión. En el marco de la invención se ha mostrado que la configuración de la primera unión de conexión con exclusivamente un paso circular se puede mantener libre de obstrucciones de forma especialmente sencilla y fiable. Si el dispositivo de medición conduce opcionalmente un flujo de suministro de gas continuo a través de la primera unión de conexión al espacio de molienda, este debe atravesar el único paso circular y lo deja libre de este modo. Al contrario de, por ejemplo, un tamiz se evita una acumulación de partículas posible y presente detrás del tamiz, la cuales podrían reaccionar con oxígeno y encenderse a este respecto.

Es especialmente preferible una forma de realización, en la que el dispositivo comprende una línea de retorno para el retorno del flujo de extracción de gas extraído del espacio de molienda y de las partículas contenidas en él del dispositivo de medición al espacio de molienda. La línea de retorno permite un retorno automático de las partículas

- extraídas al espacio de molienda. Gracias al retorno de las partículas extraídas se conserva la relación entre los cuerpos de molienda y producto a moler en el espacio de molienda durante un proceso de molienda. De este modo se garantiza que la duración de molienda necesaria restante predicha, que se ha determinado por medio de una medición de tamaño de partícula de las partículas extraídas del espacio de molienda, conduzca de forma fiable al
- 5 tamaño de partícula deseada. Opcionalmente, el contenedor de molienda presenta una segunda unión de conexión para el retorno del flujo de extracción de gas extraído del espacio de molienda para la medición de tamaño de partícula, donde la línea de retorno está conectada con la segunda unión de conexión. La segunda unión de conexión puede estar dispuesta en uno de los lados frontales o en una superficie envolvente del contenedor de molienda cilíndrico. Opcionalmente las partículas se reconducen al espacio de molienda a través de la línea de retorno y la segunda unión
- 10 de conexión junto con el flujo de extracción de gas. En función de la extracción continua o discontinua del flujo de extracción de gas y de las partículas contenidas en él del espacio de molienda, el retorno del flujo de extracción de gas y de las partículas contenidas en él de vuelta al espacio de molienda se realiza opcionalmente igualmente de forma continua o discontinua. Preferiblemente, el proceso de molienda no se interrumpe durante el retorno.
- 15 Igualmente es preferible una forma de realización, en la que la línea de retorno comprende un soplador, que transporte el flujo de extracción de gas y las partículas contenidas en él al espacio de molienda. Opcionalmente, el soplador transporta el flujo de extracción de gas y las partículas contenidas en él a continuación de la medición de tamaño de partícula del dispositivo de medición a través de la línea de retorno al espacio de molienda.
- 20 Igualmente es preferible una forma de realización, en la que la línea de retorno comprende un separador para la separación de las partículas contenidas en el flujo de extracción de gas, donde el flujo de extracción de gas y las partículas separadas se reconducen por separado al espacio de molienda. La separación de las partículas medidas del flujo de extracción de gas impide que estas se aspiren por el soplador y posiblemente deterioren este último. Preferiblemente, el separador está configurado como ciclón que permite una separación de las partículas del flujo de
- 25 extracción de gas. La ventaja de un ciclón consiste en que separa las partículas de forma dinámica. Por ello, al usar un ciclón como separador no es necesario un cambio de filtro, por lo que se debería interrumpir la cadena de gas de protección. Por ejemplo, el separador está dispuesto en la dirección de circulación del flujo de gas desde un espacio de molienda en la dirección del dispositivo de medición detrás de un punto de medición del dispositivo de medición. Preferiblemente la línea de retorno está conectada con una segunda unión de conexión en el contenedor de molienda
- 30 y a través del separador con una tercera unión de conexión en el contenedor de molienda. La segunda unión de conexión sirve para el retorno del flujo de extracción de gas. La tercera unión de conexión sirve para el retorno de las partículas separadas al espacio de molienda. Preferiblemente el retorno del material separado por el ciclón de vuelta al espacio de molienda se realiza de forma continua. Pero también es posible reconducir las partículas separadas por medio del ciclón de forma discontinua al espacio de molienda. Esto se puede realizar, por ejemplo, por medio de una
- 35 esclusa de rueda dentada.
- Según otra forma de realización, en el espacio de molienda se aplica una sobrepresión. Preferiblemente, la presión en el espacio de molienda es de 100 a 200 mbar por encima de la presión ambiente, es decir, así 1,1 bar a 1,2 bar. Preferiblemente, la molienda y la extracción de las partículas del contenedor de molienda se realiza bajo sobrepresión,
- 40 por lo que se garantiza que incluso en el caso de fuga menores en el espacio de molienda se puede conservar la atmósfera de gas cerrada. Correspondientemente se impide una reacción del producto a moler con impurezas indeseadas del entono del contenedor de material, por ejemplo, oxígeno y/o nitrógeno. Además, igualmente se evitan los menoscabos del producto a moler debido a la humedad presente en el aire ambiente. La sobrepresión en el espacio de molienda se origina en tanto que después de la incorporación del producto a moler y los cuerpos de molienda en
- 45 el espacio de molienda se introduce gas, por ejemplo, nitrógeno, argón o hidrógeno, en el espacio de molienda, hasta que la presión deseada reina en el espacio de molienda. La conservación de la sobrepresión durante un proceso de molienda se realiza preferiblemente por la introducción, preferentemente introducción continua, del flujo de suministro de gas desde un acumulador de gas en el espacio de molienda. Pero también es posible prever otras uniones de conexión en el contenedor de molienda, por medio de las que se puede introducir el gas en el espacio de molienda o
- 50 extraerse de este. Preferiblemente se pueden compensar las fluctuaciones de presión en el espacio de molienda.
- Igualmente es preferible una forma de realización, en la que el dispositivo comprende un dispositivo de seguridad que está configurado para impedir que una presión que reina en el espacio de molienda sobrepase un valor umbral predeterminado, y de este modo mantiene de forma esencialmente constante la presión en el espacio de molienda.
- 55 Preferiblemente el dispositivo de seguridad está configurado como válvula de sobrepresión, que está dispuesta entre el dispositivo de medición y la primera unión de conexión. Preferiblemente el acumulador de gas presenta una presión que es mayor que la presión en el espacio de molienda. Opcionalmente la presión en el acumulador de gas es aproximadamente de 200 bar a 300 bar y la presión deseada en el espacio de molienda está entre 1,1 bar y 1,2 bar. Correspondiente el flujo de suministro de gas, que se conduce al espacio de molienda durante el funcionamiento de
- 60 molienda, fluye igualmente con una presión en la dirección del espacio de molienda que es mayor que la presión

deseada en el espacio interior del espacio de molienda. De este modo se impide que la presión reinante en el espacio de molienda quede por debajo de un valor umbral predeterminado, que se corresponde, por ejemplo, con la presión deseada en el espacio de molienda. Para impedir también un sobrepaso del valor umbral, la válvula de sobrepresión se ajusta de manera que se entrega gas al interno, por ejemplo, a través de una chimenea, cuando la presión que

5 reina en el espacio de molienda sobrepasa un valor umbral. Opcionalmente el acumulador de gas presenta un reductor de presión, de modo que el flujo de suministro de gas no fluye al espacio de molienda con la presión que reina en el interior del acumulador de gas, sino que se conduce con una presión menor en comparación a ella, por ejemplo, 5 bar, al espacio de molienda. Pero la presión reducida del flujo de suministro de gas es en cualquier caso mayor que la presión predeterminada reinante en el espacio de molienda.

10 La presente invención se refiere a un procedimiento para la molienda de alta energía y/o de pulverización de partículas con las características de la reivindicación 10. De este modo se permite un funcionamiento económico de un dispositivo, según se describe anteriormente. Gracias a la previsión de la duración de molienda restante, una única molienda de un lote es suficiente para la consecución del tamaño de partícula deseado. Correspondientemente se

15 puede ahorrar material y tiempo. Opcionalmente se puede realizar la extracción de las partículas en la etapa (b) de forma continua o discontinua. Correspondientemente, opcionalmente la medición de las partículas también se puede realizar en la etapa (c) de forma continua o discontinuo.

En una forma de realización opcional de la presente invención, el flujo de suministro de gas fluye desde la línea de

20 suministro de gas a través de la unión de conexión al espacio de molienda excepto durante las etapas (b) y (c). El producto a moler que se mueve en el espacio de molienda tiende a fijarse en la primera unión de conexión y obstruirla, de modo que no se pueden extraer más partículas del espacio de molienda. Con la ayuda de un flujo de suministro de gas continuo en el espacio de molienda se impide una obstrucción de la primera unión de conexión durante el funcionamiento del molino fuera de los tiempos de extracción.

25 Según una forma de realización de la presente invención, el dispositivo de medición está conmutado a un primer estado de conmutación excepto durante las etapas (b) y (c), en tanto que el flujo de suministro de gas fluye desde la línea de suministro de gas a través de la primera unión de conexión al espacio de molienda. La conmutación del dispositivo de medición al primer estado de conmutación o desde el primer estado de conmutación a otro estado de

30 conmutación opcional se puede realizar de forma manual o automática.

En una forma de realización de la invención, la extracción de las partículas se realiza en la etapa (b) por la conmutación del dispositivo de medición a un segundo estado de conmutación, en el que el flujo de suministro de gas que fluye desde la línea de suministro de gas genera una depresión, a fin de aspirar un flujo de extracción de gas con las

35 partículas contenidas en él desde el espacio de molienda y transportarlo para la medición de las partículas en la dirección del dispositivo de medición. Opcionalmente el flujo de suministro de gas se desvía en el segundo estado de conmutación, de manera que genera una depresión de forma similar al principio de una bomba de chorro de agua y así aspira un flujo de extracción de gas desde la cámara de molienda.

40 Igualmente es preferible una forma de realización de la invención, según la que las partículas se reconducen después de la etapa (c), es decir, después de la medición de tamaño de partícula al espacio de molienda. Para poder realizar una predicción lo más exacta posible de la duración de molienda en función del tamaño de partícula a alcanzar, es necesaria una realización lo más constante posible entre los cuerpos de molienda y el producto a moler durante el proceso de molienda. Esto se garantiza mediante el retorno de las partículas medidas al espacio de molienda.

45 Opcionalmente para ello se usa un soplador.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

A continuación la presente invención se describe en detalle en referencia a una figura. La figura muestra a este

50 respecto una forma de realización preferida y no limita la invención en modo alguno.

La figura 1 muestra una representación esquemática del dispositivo según la invención.

En la figura 1 está representado un dispositivo configurado como molino de bolas 1 para la molienda de alta energía

55 y/o de pulverización de partículas con la ayuda de cuerpos de molienda verticales en una atmósfera de gas cerrada.

El molino de bolas 1 comprende un contenedor de molienda 2 para la recepción del producto a moler y los cuerpos de molienda. El contenedor de molienda 2 comprende una carcasa cerrada 3 y un espacio de molienda 4 situado en ella, en el que se puede aplicar una sobrepresión. El contenedor de molienda 2 está configurado de forma cilíndrica y se

60 extiende a lo largo de un eje longitudinal horizontal 5. En el contenedor de molienda 2 está dispuesto un rotor 6

montado de forma giratoria para la aceleración de los cuerpos de molienda durante un proceso de molienda El rotor 6 presenta un árbol 7 que está montado en un lado en la carcasa 3 del contenedor de molienda 2. El árbol 7 discurre a lo largo del eje longitudinal 5 del contenedor de molienda 2 y se acciona a través de un motor 8.

5 El contenedor de molienda 2 presenta además dos lados 9 frontales opuestos entre sí, que se extienden respectivamente transversalmente al eje longitudinal 5 del contenedor de molienda 2. En uno de los lados frontales 9 del contenedor de molienda 2 está dispuesto una primera unión de conexión 10, que está posicionada sobre una línea imaginaria, que discurre radialmente y esencialmente horizontalmente partiendo del eje longitudinal 5. La primera unión de conexión 10 presenta un inserto 11 con un único paso circular con un diámetro de aproximadamente 3 a 4
10 mm. Pero asimismo es concebible que la primera unión de conexión 10 esté dispuesta en una superficie envolvente 18 del contenedor de molienda cilíndrico 2.

El molino de bolas 1 comprende un dispositivo de medición 12 para la medición del tamaño de las partículas. El dispositivo de medición 12 está conectado con el contenedor de molienda 2 a través de la primera unión de conexión
15 10, de manera que las partículas se pueden extraer del espacio de molienda 4 durante un proceso de medición y medirse. El dispositivo de medición 12 está conectado además con un acumulador de gas 14, por ejemplo, una botella de gas a través de una línea de suministro de gas 13.

El dispositivo de medición 12 está configurado para conducir un flujo de suministro de gas desde la línea de suministro de gas 13 a través de la unión de conexión 10 al espacio de molienda 4 en un primer estado de conmutación durante
20 el proceso de medición. Además está configurado para generar una depresión en el dispositivo de medición 12 en un segundo estado de conmutación con ayuda del flujo de suministro de gas que fluye desde la línea de suministro de gas 13, a fin de aspirar un flujo de extracción de gas con las partículas contenidas en él desde el espacio de molienda 4 y transportarlo para la medición de las partículas en la dirección del dispositivo de medición 12.

25 El dispositivo de medición 12 comprende un punto de medición 15, en el que se determina el tamaño de partícula por medio de difracción láser. Para ello, el flujo de extracción de gas con las partículas contenidas en él se pasa por delante de un rayo láser en el punto de medición 15 del dispositivo de medición 12. La medición del tamaño de partícula con la ayuda de la difracción láser se conoce y por ello no se debe explicar más en detalle.

30 El molino de bolas 1 comprende además una línea de retorno 16 para el retorno del flujo de extracción de gas y de las partículas contenidas en él del dispositivo de medición 12 al espacio de molienda 4. La línea de retorno 16 está conectada con el dispositivo de medición 12 y a través de una segunda unión de conexión 17 así como a través de una tercera unión de conexión 20 con el espacio de molienda 4. La segunda unión de conexión 17 y la tercera unión
35 de conexión 20 están dispuestas en una superficie envolvente 18 del contenedor de molienda cilíndrico 2.

La línea de retorno 16 comprende un separador configurado como ciclón 19 para la separación de las partículas contenidas en el flujo de extracción de gas. Correspondientemente el ciclón 19 está conectado igualmente con el espacio de molienda 4 a través de la línea de retorno 16 y la tercera unión de conexión 20.

40 La línea de retorno 16 comprende además un soplador 21, por medio del que se transportan el flujo de extracción de gas y las partículas contenidas en él del dispositivo de medición 12 hacia el ciclón 19. Las partículas separadas en el ciclón 19 se conducen al espacio de molienda 4 a través de la tercera unión de conexión 20. El flujo de extracción de gas sin partículas atraviesa el soplador 21 y se transporta a través de este la segunda unión de conexión 17 al espacio
45 de molienda 4. El flujo de extracción de gas sin partículas y las partículas separadas se reconducen así de forma separada al espacio de molienda 4. Asimismo es concebible opcionalmente no conducir el flujo de extracción de gas sin partículas al espacio de molienda 4, sino evacuarlo al menos parcialmente al entorno. De este modo se impide que la presión en el espacio de molienda 4 sea demasiado alta y que las partículas no puedan fluir desde el ciclón 19 al espacio de molienda 4. A través del suministro al menos solo parcial del flujo de extracción de gas sin partículas al espacio de molienda 4 se puede ajustar la presión en el espacio de molienda 4, de manera que está presenta una caída de presión entre el ciclón 19 y el espacio de molienda 4, de modo que las partículas fluyen del ciclón 19 al espacio de molienda 4.

55 Alternativamente se puede prescindir del ciclón 19 y la tercera unión de conexión 20. En este caso, el flujo de extracción de gas se reconduce junto con las partículas contenidas en él por medio de la línea de retorno 16 a través de la segunda unión de conexión 17 al espacio de molienda 4. Esto presupone que el soplador 21 está configurado de manera que se puede atravesar por el flujo de extracción de gas y las partículas contenidas en él sin un deterioro. Sopladores correspondientes se pueden adquirir en el mercado libre.

60 El molino de bolas 1 comprende además un dispositivo de seguridad configurado como válvula de sobrepresión 22,

que está configurado para impedir que una presión reinante en el espacio de molienda 4 sobrepase un valor umbral predeterminado, y de este modo mantiene esencialmente constante la presión en el espacio de molienda 4. La válvula de sobrepresión 22 está dispuesto entre la primera unión de conexión 10 y el dispositivo de medición 12. Pero asimismo es concebible disponer la válvula de sobrepresión 22, protegida por un filtro, por ejemplo, directamente en el espacio de molienda 4, opcionalmente en uno de los lados frontales 9 o en la superficie envolvente 18 del espacio de molienda.

El contenedor de molienda 2 comprende además al menos una abertura cerrable 23, para la incorporación de los cuerpos de molienda y el producto a moler en forma de partículas. Después de la finalización del proceso de molienda, las partículas molidas y los cuerpos de molienda se extraen de nuevo a través de la abertura cerrable 23 del contenedor de molienda 2.

A continuación, el funcionamiento del molino de molindas 1 se describirá mediante un procedimiento para la molienda de alta energía y/o de trituración de partículas con la ayuda de cuerpos de molienda vertibles.

En una primera etapa, los cuerpos de molienda vertibles se incorporan en el espacio de molienda 4 a través de una abertura cerrable 23 en el recipiente de molienda 2.

Acto seguido, el espacio de molienda 4 se inertiza en tanto que un gas, por ejemplo, nitrógeno, argón o hidrógeno, se conduce al espacio de molienda 4, hasta que se origina una sobrepresión de aprox. 100 a 200 mbar por encima de la presión ambiente, es decir, así 1,1 bar a 1,2 bar, en el espacio de molienda. El suministro del gas se realiza, por ejemplo, a través de la abertura cerrable 23, una unión de conexión por separado (no representada) o a través de una primera unión de conexión 10. Acto seguido, los sólidos a moler en forma de polvo, que comprenden una pluralidad de partículas, se incorporan al espacio de molienda 4 a través de la abertura cerrable 23 en el contenedor de molienda 2. Esto se realiza preferiblemente por medio de una línea inertizada, de modo que junto con el producto a moler no entra aire ambiente, en particular oxígeno, en el espacio de molienda 4 ya inertizado. Opcionalmente para la incorporación del producto a moler en el espacio de molienda 4 se usa una esclusa.

En la etapa (a) se acciona el rotor 6 del molino de bolas 1 para la aceleración de los cuerpos de molienda en el espacio de molienda 4 con la ayuda del motor 8. Los cuerpos de molienda acelerados dan vueltas en el espacio de molienda 4 y colisionan con las partículas, por lo que estas se trituran.

Durante el proceso de molienda en la etapa (b) se extraen partículas del espacio de molienda 4 a través de la primera unión de conexión 10 y se mide el tamaño de las partículas en una etapa del procedimiento (c) con la ayuda del dispositivo de medición 12. En función del tamaño de partícula medido se determinan los parámetros de molienda individuales, como por ejemplo la velocidad de giro del rotor 6 y/o la duración de molienda restante. La determinación de la duración de la molienda se puede realizar por el operador del molino de bolas 1 en sí o de forma automática por medio de una unidad de cálculo (no representado).

Las etapas (a) a (c) se llevan a cabo, en particular de forma repetida, hasta que se ha alcanzado el tamaño deseado de las partículas. Acto seguido se abre la abertura cerrable 23 en el contenedor de molienda 4 y se extraen las partículas molidas del espacio de molienda 4. La extracción de las partículas del espacio de molienda 4 se realiza en tanto que un recipiente (no representado) se coloca en la abertura cerrable 23 y el recipiente se inertiza junto con una conexión opcional entre la abertura 23 y el recipiente. Las partículas molidas se extraen luego del espacio de molienda 4 y se llenan en el recipiente. Alternativamente, asimismo es concebible prever otra abertura en el recipiente de molienda 2, que se usa para la extracción de las partículas de molienda y restos de partículas así como para la limpieza del espacio de molienda 4.

Excepto durante las etapas (b) y (c), el dispositivo de medición 12 está conmutado en el primer estado de conmutación, de modo que el flujo de suministro de gas fluye desde la línea de suministro de gas 13 a través de la primera unión de conexión 10 al espacio de molienda 4 y así impide una obstrucción del mismo.

Durante el funcionamiento de molienda, la válvula de sobrepresión 22 impide que la presión reinante en el espacio de molienda sobrepase un valor umbral predeterminado, y de este modo mantiene esencialmente de forma constante la presión en el espacio de conmutación 4.

La extracción de las partículas del espacio de molienda 4 durante la etapa (b) se realiza en tanto que el dispositivo de medición 12 se conmuta de forma manual o automática al segundo estado de conmutación. En el segundo estado de conmutado, el flujo de suministro que fluye desde la línea de suministro de gas genera una depresión en el dispositivo de medición 12, para aspirar el flujo de extracción de gas con las partículas contenidas en él desde el espacio de molienda 4 y transportarlo para la medición de las partículas en la dirección del dispositivo de medición 12.

El flujo de extracción de gas extraído del espacio de molienda 4 se conduce hacia un punto de medición 15 en el dispositivo de medición 12, en el que se determina el tamaño de partícula por medio de difracción láser.

5 Después de la medición, el flujo de extracción de gas extraído del espacio de molienda 4 y las partículas contenidas en él se transportan con la ayuda del soplador 21 a través de la línea de retorno 16 hacia el ciclón 19. El ciclón 19 separa las partículas contenidas en el flujo de extracción de gas del flujo de extracción de gas, con lo cual las partículas se conducen a través de la tercera unión de conexión 20 al espacio de molienda 4. El flujo de extracción de gas restante sin partículas se transporta por separado de las partículas a través de la segunda unión de conexión 17 al
10 espacio de molienda 4.

Alternativamente se puede prescindir del ciclón 19 y la tercera unión de conexión 20. En este caso, el flujo de extracción de gas se transporta junto con las partículas contenidas en él con la ayuda del soplador 21 a través de la línea de retorno 16 hacia la segunda unión de conexión 17 y al espacio de molienda 4.

15

Lista de referencias

	1	Molino de bolas
	2	Contenedor de molienda
20	3	Carcasa
	4	Espacio de molienda
	5	Eje longitudinal
	6	Rotor
	7	Árbol
25	8	Motor
	9	Lado frontal
	10	Primera unión de conexión
	11	Inserto
	12	Dispositivo de medición
30	13	Línea de suministro de gas
	14	Acumulador de gas
	15	Punto de medición
	16	Línea de retorno
	17	Segunda unión de conexión
35	18	Superficie envolvente (contenedor de molienda)
	19	Ciclón (separador)
	20	Tercera unión de conexión
	21	Soplador
	22	Válvula de sobrepresión (dispositivo de seguridad)
40	23	Abertura (contenedor de molienda)

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la molienda de alta energía y/o de pulverización de partículas con la ayuda de cuerpos de molienda vertibles en una atmósfera de gas cerrada, que comprende
 5 un contenedor de molienda (2) para la recepción de las partículas y de los cuerpos de molienda con una carcasa cerrada (3) y un espacio de molienda (4) situado en ella
 un rotor (6) montado de forma giratoria en el contenedor de molienda (2) para la aceleración de los cuerpos de molienda durante un proceso de molienda,
 donde el dispositivo comprende un dispositivo de medición (12) para la medición del tamaño de las partículas y
 10 el contenedor de molienda (2) presenta al menos una unión de conexión (10, 17, 20) para la conexión con el dispositivo de medición (12),
 donde el dispositivo de medición (12) está conectado con el contenedor de molienda (2) de tal manera que las partículas se pueden extraer del espacio de molienda (4) durante un proceso de molienda y determinarse su tamaño
caracterizado porque
 15 el contenedor de molienda (2) está configurado de forma cilíndrica y se extiende a lo largo de un eje longitudinal horizontal (5), y
porque el dispositivo de medición (12) está conectado con una línea de suministro de gas (13) y está configurado para conducir un flujo de suministro de gas desde la línea de suministro de gas (13) a través de la unión de conexión (10) al espacio de molienda (4) en un primer estado de conmutación durante el proceso de molienda.
 20
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de medición (12) está configurado además para generar una depresión en un segundo estado de conmutación con la ayuda del flujo de suministro de gas que fluye desde la línea de suministro de gas (13), a fin de aspirar un flujo de extracción de gas con las partículas contenidas en él desde el espacio de molienda (4) y transportarlo para la medición de las partículas en
 25 la dirección del dispositivo de medición (12).
3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el contenedor de molienda (2) presenta dos lados frontales (9) opuestos entre sí, que se extienden respectivamente transversalmente al eje longitudinal (5) del contenedor de molienda (2), donde la unión de conexión (10) está dispuesta en uno de los
 30 lados frontales (9) y está posicionada sobre una línea imaginaria, que discurre radialmente y esencialmente horizontalmente partiendo del eje longitudinal.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la unión de conexión (10) tiene un único paso circular con un diámetro de 0,1 mm a 5 mm, preferiblemente de 3 mm a 4,1 mm, de
 35 forma especialmente preferida de aproximadamente 4 mm.
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo (1) comprende una línea de retorno (16) para el retorno del flujo de extracción de gas extraído del espacio de molienda (4) y de las partículas contenidas en él del dispositivo de medición (12) al espacio de molienda (4).
 40
6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la línea de retorno (16) comprende un soplador (21) que transporta el flujo de extracción de gas y las partículas contenidas en él al espacio de molienda (4).
7. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la línea de retorno (16) comprende un
 45 separador (19) para la separación de las partículas contenidas en el flujo de extracción de gas, donde las partículas separadas se reconducen por separado del flujo de extracción de gas al espacio de molienda (4).
8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el espacio de molienda (4) se puede aplicar una sobrepresión.
 50
9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo comprende un dispositivo de seguridad (23), que está configurado para impedir que una presión reinante en el espacio de molienda (4) sobrepase un valor umbral predeterminado, y de este modo permanezca esencialmente constante la presión en el espacio de molienda (4).
 55
10. Procedimiento para la molienda de alta energía y/o de pulverización de partículas con la ayuda de cuerpos de molienda vertibles en un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende las etapas siguientes:
 60 (a) accionamiento del rotor (6) para la aceleración de los cuerpos de molienda en el espacio de molienda (4);

(b) extracción de partículas del espacio de molienda (4) a través de la unión de conexión (10) durante el proceso de molienda;

(c) medición del tamaño de las partículas con la ayuda del dispositivo de medición (12);

(d) realización de las etapas (a) a (c) hasta que se ha alcanzado el tamaño deseado de las partículas.

5

11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado porque** el flujo de suministro de gas fluye desde la línea de suministro de gas a través de la unión de conexión (10) al espacio de molienda (4) excepto durante las etapas (b) y (c).

10 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado porque** el dispositivo de medición (12) está conectado en un primer estado de conmutación excepto durante las etapas (b) y (c).

13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado porque** la extracción de las partículas en la etapa (b) se realiza mediante conmutación del dispositivo de medición (12) en un segundo

15 estado de conmutación, en el que el flujo de suministro de gas que fluye desde la línea de suministro de gas (13) genera una depresión, a fin de aspirar el flujo de extracción de gas con las partículas contenidas en él desde el espacio de molienda (4) y transportarlo para la medición de las partículas en la dirección del dispositivo de medición (12).

14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado porque** las partículas
20 medidas se reconducen al espacio de molienda (4) después de la etapa (c).

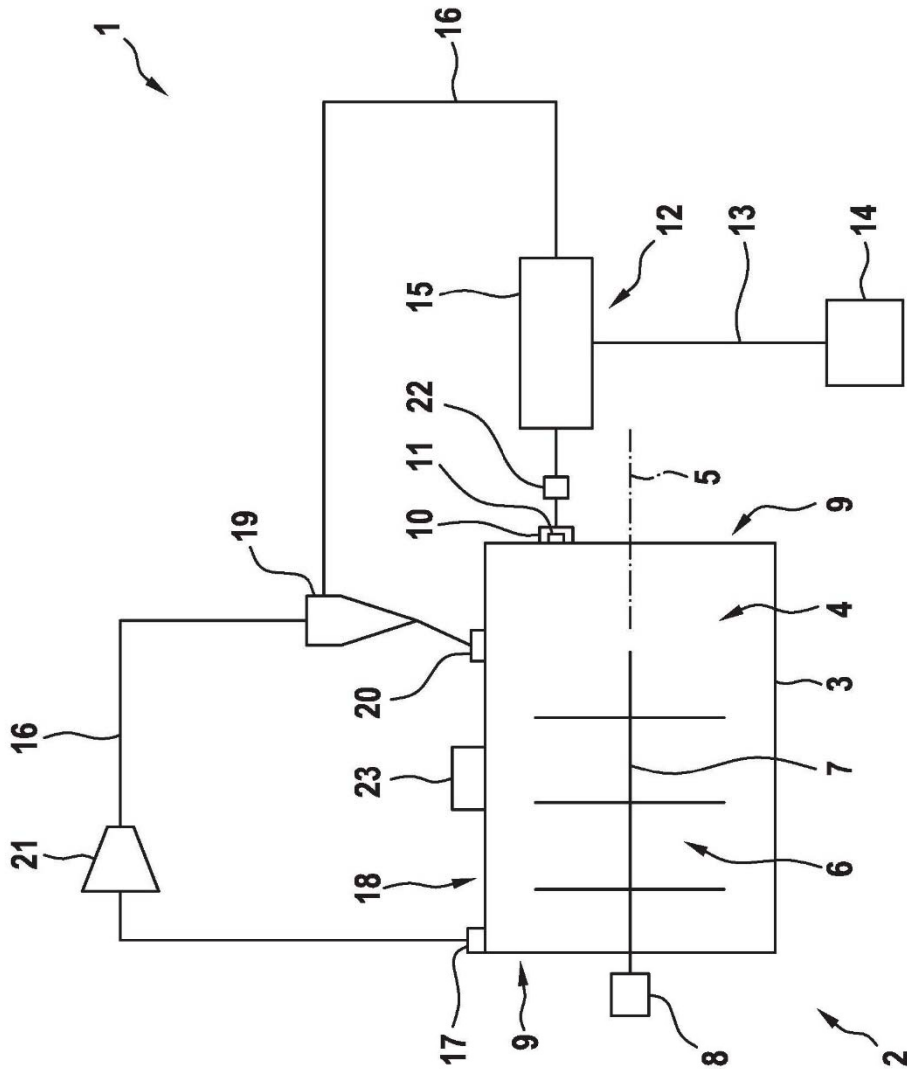


Fig. 1