

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 418**

51 Int. Cl.:

B65G 53/46 (2006.01)

F04B 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2020** **E 20305285 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2023** **EP 3882185**

54 Título: **Aparato de bombeo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.06.2024

73 Titular/es:

CALDERYS FRANCE SAS (100.0%)
Route de Troyes
51120 Sézanne, FR

72 Inventor/es:

JOKELA, MORGAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 974 418 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

Aparato de bombeo

5 Campo

La presente divulgación se refiere a aparatos de bombeo, alimentadores de material granular y métodos asociados.

Antecedentes

10

Los materiales granulares se pueden mover de un lugar a otro utilizando un aparato de bombeo. Por ejemplo, se puede utilizar un aparato de bombeo para distribuir materiales refractarios granulares cuando se revisten las paredes de un horno. Otros tipos de materiales granulares que se pueden mover o distribuir utilizando aparatos de bombeo incluyen polvos minerales, cemento, arena, suelo, productos farmacéuticos y productos alimenticios (por ejemplo, harina, granos o granos de café). Sin embargo, existen dificultades asociadas con el movimiento de materiales granulares secos utilizando aparatos de bombeo. Por ejemplo, el material granular bombeado que sale del aparato de bombeo puede generar grandes volúmenes de polvo. Dependiendo del material granular que se bombee, el polvo generado puede ser explosivo, tóxico o difícil de recuperar o limpiar. El documento US2890081A describe una esclusa de aire para un enfriador de polvo. El documento US2014/270994A1 describe un método y un aparato para aplicaciones discontinuas, a un paso constante, de cantidades controladas de material absorbente en gránulos. El documento US8087851 B1 describe un proceso para transportar un material en polvo desde un contenedor de almacenamiento hasta un destino de entrega.

15

20

Breve descripción

25

La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un aparato de bombeo que comprende un ensamblaje de bomba de material granular y un distribuidor que tiene un extremo de distribución para distribuir material granular. El conjunto de bomba de material granular está configurado para bombear material granular a través del distribuidor hacia el extremo de distribución (por ejemplo, para la distribución en el extremo de distribución). El distribuidor comprende un conjunto de válvula que tiene una válvula configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución (por ejemplo, para la distribución) cuando una cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede un umbral (es decir, en respuesta a la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral).

30

35

Debido a que la válvula está configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede el umbral (es decir, en respuesta a la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral), el flujo de material granular fuera del distribuidor en el extremo de distribución generalmente no es continuo, sino que generalmente es discontinuo. Los inventores han descubierto que un flujo discontinuo de material granular fuera del distribuidor en el extremo de distribución puede conducir a una reducción en la generación de polvo cuando se distribuye el material granular.

40

Se apreciará que un material granular es una colección de partículas de material sólido que no están unidas entre sí. Por lo tanto, las partículas pueden moverse unas con respecto a otras, es decir, fluir bajo la acción de las fuerzas aplicadas. Las partículas pueden tener dimensiones características en la escala en nanómetros, escala en micrómetros, escala en milímetros o escala en centímetros. Por ejemplo, cada partícula puede tener una dimensión característica (por ejemplo, un diámetro de partícula promedio) no menor que aproximadamente 1 nm, por ejemplo, no menor que aproximadamente 10 nm, o no menor que aproximadamente 100 nm, o no menor que aproximadamente 1 μm , o no menor que aproximadamente 10 μm , o no menor que aproximadamente 100 μm . Cada partícula puede tener una dimensión característica (por ejemplo, diámetro promedio de partícula) no mayor que aproximadamente 1 cm, por ejemplo, no mayor que aproximadamente 1 mm, o no mayor que aproximadamente 100 μm . Cada partícula puede tener una dimensión característica (por ejemplo, diámetro de partícula promedio) de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 1 cm, por ejemplo, de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 1 cm, o de aproximadamente 100 nm a aproximadamente 1 cm, o de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 1 cm, o de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 1 cm, o de aproximadamente 100 μm a aproximadamente 1 cm, o de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 1 mm, o de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 100 μm , o de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 10 μm , o de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 100 nm, o de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 10 nm, o de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 1 mm, o de aproximadamente 100 nm a aproximadamente 1 mm, o de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 100 μm , o de aproximadamente 100 nm a aproximadamente 100 μm , o de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 1 cm, o de aproximadamente 100 μm a aproximadamente 1 cm, o de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 1 mm, o de aproximadamente 100 μm a aproximadamente 1 mm. Por lo tanto, los materiales granulares incluyen polvos.

55

60

65

El material granular puede tener una densidad aparente de no menor que aproximadamente 0,1 t/m³ (en donde "t" es una tonelada métrica, es decir, 1000 kg), por ejemplo, no menor que aproximadamente 0,5 t/m³, o no menor que

aproximadamente 1,0 t/m³, o no menor que aproximadamente 1,5 t/m³, o no menor que aproximadamente 1,6 t/m³, o no menor que aproximadamente 1,7 t/m³, o no menor que aproximadamente 1,8 t/m³, o no menor que aproximadamente 1,9 t/m³, o no menor que aproximadamente 2,0 t/m³, o no menor que aproximadamente 2,1 t/m³, o no menor que aproximadamente 2,2 t/m³. El material granular puede tener una densidad aparente de no más de aproximadamente 3,2 t/m³, por ejemplo, no más de aproximadamente 3,1 t/m³, o no más de aproximadamente 3,0 t/m³, o no más de aproximadamente 2,9 t/m³, o no más de aproximadamente 2,8 t/m³, o no más de aproximadamente 2,7 t/m³, o no más de aproximadamente 2,5 t/m³, o no más de aproximadamente 2,4 t/m³, o no más de aproximadamente 2,3 t/m³, o no más de aproximadamente 2,2 t/m³. El material granular puede tener una densidad aparente de aproximadamente 0,1 t/m³ a aproximadamente 3,2 t/m³, por ejemplo, de aproximadamente 0,5 t/m³ a aproximadamente 3,2 t/m³, o de aproximadamente 1,0 t/m³ a aproximadamente 3,2 t/m³, o de aproximadamente 1,5 t/m³ a aproximadamente 3,2 t/m³, o de aproximadamente 1,6 t/m³ a aproximadamente 3,1 t/m³, o de aproximadamente 1,7 t/m³ a aproximadamente 3,0 t/m³, o de aproximadamente 1,8 t/m³ a aproximadamente 2,9 t/m³, o de aproximadamente 1,9 t/m³ a aproximadamente 2,8 t/m³, o de aproximadamente 2,0 t/m³ a aproximadamente 2,7 t/m³, o de aproximadamente 2,1 t/m³ a aproximadamente 2,6 t/m³, o de aproximadamente 2,1 t/m³ a aproximadamente 2,5 t/m³, o de aproximadamente 2,1 t/m³ a aproximadamente 2,4 t/m³, o de aproximadamente 2,1 t/m³ a aproximadamente 2,3 t/m³, por ejemplo aproximadamente 2,2 t/m³.

El aparato de bombeo puede ser particularmente adecuado para bombear materiales granulares secos. Se apreciará que un material granular seco no está necesariamente 100 % libre de humedad. Por ejemplo, algunas o todas las partículas del material granular seco pueden contener algo de humedad, tal como agua. Sin embargo, un material granular seco no está húmedo en el sentido de que los espacios entre las partículas de material sólido en el material granular no están llenos de líquido, sino que normalmente están llenos de gas. Un material granular seco se puede contrastar con un material granular húmedo tal como una suspensión de un material granular o una suspensión. Es más probable que se genere polvo al bombear o distribuir un material granular seco en comparación con un material granular húmedo, como una suspensión o lodo. Por consiguiente, el ensamblaje de bomba de material granular puede ser un ensamblaje de bomba de material granular seco configurado para bombear material granular seco a través del distribuidor hacia el extremo de distribución. La válvula puede configurarse para abrirse para permitir que el material granular seco salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando una cantidad de material granular seco bombeado hacia el extremo de distribución excede un umbral (es decir, en respuesta a la cantidad de material granular seco bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral).

El material granular puede comprender (por ejemplo, ser) uno o más de los siguientes: un material refractario granular (por ejemplo, que comprende o es alúmina, sílice (por ejemplo, cuarzo), magnesia, óxido de calcio y/o hidróxido de calcio (por ejemplo, cal) y/o circonio), un polvo mineral (por ejemplo, que comprende o es cuarzo, cuarcita, carbonato de calcio, calcita, uno o más minerales de arcilla (tales como talco, caolinita, bentonita, etc.), wollastonita, perlita, mica, tierra de diatomeas, etc.), cemento, arena, suelo, un producto farmacéutico y/o un producto alimenticio (por ejemplo, harina, grano (por ejemplo, grano de cereal) o granos de café).

Puede ser que la válvula esté configurada para abrirse automáticamente cuando la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede el umbral (es decir, en respuesta a la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral).

Puede ser que la válvula esté configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando un volumen de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede un umbral (es decir, en respuesta al volumen de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral). Alternativamente, puede ser que la válvula esté configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando una masa de material granular bombeada hacia el extremo de distribución excede un umbral (es decir, en respuesta a la masa de material granular bombeada hacia el extremo de distribución que excede el umbral).

Puede ser que la válvula esté configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular dentro de una región del distribuidor excede un umbral (es decir, responde a la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular dentro de la región que excede el umbral). La región puede estar inmediatamente aguas arriba de la válvula.

Puede ser que la válvula esté configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular dentro de un paquete (por ejemplo, un paquete de volumen) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede un umbral (es decir, en respuesta a la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular dentro del paquete (por ejemplo, paquete de volumen) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral). Los límites (es decir, la extensión o el tamaño) del paquete (por ejemplo, paquete de volumen) de material granular pueden definirse por la densidad de material granular en el distribuidor en función de la distancia a lo largo del distribuidor en un momento dado, por ejemplo, en donde el paquete (por ejemplo, paquete de volumen) de material granular en un momento dado corresponde a una región dentro del distribuidor en la que la densidad de material granular es alta, el paquete (por ejemplo, paquete de volumen) de material granular está limitado a cada lado dentro del distribuidor por regiones en las que la densidad de material granular es baja (por ejemplo, regiones que están sustancialmente libres de material granular). Por ejemplo, el ensamblaje de bomba de material granular puede configurarse para bombear una pluralidad de paquetes (por

ejemplo, paquetes de volumen) de material granular a través del distribuidor, en donde cada uno de la pluralidad de paquetes (por ejemplo, paquetes de volumen) de material granular están separados entre sí por regiones que están sustancialmente libres de material granular (por ejemplo, regiones que consisten predominantemente en gas), y la válvula puede configurarse para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular dentro de un paquete (por ejemplo, paquete de volumen) de la pluralidad de paquetes (por ejemplo, paquetes de volumen), por ejemplo, dentro de una región particular del distribuidor, excede el umbral (es decir, en respuesta a la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular dentro de un paquete (por ejemplo, paquete de volumen) de la pluralidad de paquetes (por ejemplo, paquetes de volumen), por ejemplo, dentro de una región particular del distribuidor, excede el umbral).

El ensamblaje de bomba de material granular comprende un alimentador de material granular para regular un flujo de material granular hacia el distribuidor y un generador de flujo de gas para bombear el flujo de material granular a través del distribuidor. Por ejemplo, puede ser que el alimentador de material granular esté configurado para regular el flujo de material granular hacia el distribuidor y el generador de flujo de gas esté configurado para generar un flujo de gas (por ejemplo, aire) que empuje el material granular a lo largo del distribuidor hacia el extremo de distribución, bombeando así el material granular a través del distribuidor.

Puede ser que el alimentador de material granular sea un alimentador discontinuo (es decir, un alimentador de material granular discontinuo) configurado para generar un flujo discontinuo de material granular en el distribuidor. Por ejemplo, el alimentador discontinuo puede configurarse para variar (por ejemplo, periódicamente) la velocidad a la que se alimenta el material granular al distribuidor. El alimentador discontinuo puede ser un alimentador de material granular de acuerdo con el segundo aspecto como se describe con más detalle a continuación.

Puede ser que el ensamblaje de bomba de material granular esté configurado para bombear volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular a través del distribuidor hacia el extremo de distribución, los volúmenes discretos de material granular están separados entre sí dentro del distribuidor (por ejemplo, por volúmenes de gas que están sustancialmente libres de material granular, es decir, que tienen un contenido de material granular insignificante). Por ejemplo, puede ser que el alimentador discontinuo esté configurado para alimentar volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular en el distribuidor y el generador de flujo de gas esté configurado para generar un flujo de gas (por ejemplo, aire) que empuje los volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular a lo largo del distribuidor separados entre sí, bombeando así los volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular a través del distribuidor hacia el extremo de distribución. Puede ser que el alimentador discontinuo esté configurado para alimentar un volumen discreto (es decir, paquete) de material granular en el distribuidor a una velocidad no superior a aproximadamente 5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, por ejemplo, no superior a aproximadamente 3 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o no superior a aproximadamente 2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o no superior a aproximadamente 1 volumen discreto (es decir, paquetes) por segundo. Puede ser que el alimentador discontinuo esté configurado para alimentar un volumen discreto (es decir, paquete) de material granular en el distribuidor a una velocidad de no menor que aproximadamente 0,1 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, por ejemplo, no menor que aproximadamente 0,2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, durante no menor que aproximadamente 0,5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo. Puede ser que el alimentador discontinuo esté configurado para alimentar un volumen discreto (es decir, paquete) de material granular en el distribuidor a una velocidad de aproximadamente 0,1 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, por ejemplo, de aproximadamente 0,2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 3 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o de aproximadamente 0,2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 3 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o de aproximadamente 0,5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o de aproximadamente 0,5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 1 volumen discreto (es decir, paquetes) por segundo, por ejemplo, aproximadamente 0,8 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo (es decir, aproximadamente 1 volumen discreto (es decir, paquete) cada 1,3 segundos).

Puede ser que: el ensamblaje de bomba de material granular esté configurado para bombear volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular a través del distribuidor hacia el extremo de distribución, los volúmenes discretos de material granular están separados entre sí dentro del distribuidor (por ejemplo, por volúmenes de los cuales sustancialmente están libres de material granular, es decir, tienen un contenido de material granular insignificante); y la válvula está configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular dentro de una región del distribuidor exceda un umbral (es decir, responde a la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular dentro de la región que excede el umbral), en donde el umbral corresponde a la cantidad de material granular en cada (es decir, un solo) volumen discreto (es decir, paquete) de material granular bombeado a través del distribuidor por el ensamblaje de bomba de material granular. Alternativamente, puede ser que el umbral corresponda a una cantidad de material granular que sea mayor que la cantidad de material granular en cada volumen discreto (es decir, único) (es decir, paquete) de material granular bombeado a través del distribuidor por el conjunto de bomba de material granular. Por ejemplo, puede ser que el umbral corresponda a una cantidad de material granular que sea mayor que la cantidad total de material granular en dos o más, por ejemplo tres o más, o cuatro o más, o cinco o más, volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular bombeado a través del distribuidor por el conjunto de bomba de material granular.

5 Puede ser que el conjunto de bomba de material granular comprenda más de un alimentador de material granular. Por ejemplo, puede ser que el ensamblaje de bomba de material granular comprenda un primer y un segundo alimentadores de material granular, el primer alimentador de material granular está configurado para alimentar material granular al segundo alimentador de material granular, y el segundo alimentador de material granular está configurado para alimentar material granular al distribuidor. Puede ser que el primer alimentador de material granular sea un alimentador continuo y el segundo alimentador de material granular sea el alimentador de material discontinuo.

10 El generador de flujo de gas puede comprender un impulsor de gas tal como un impulsor de aire. Por ejemplo, el generador de flujo de gas puede comprender un ventilador o un impulsor.

15 El ensamblaje de válvula comprende un respiradero configurado (por ejemplo, colocado) para ventilar el gas del flujo de material granular en el distribuidor en una región de ventilación aguas arriba (por ejemplo, directamente aguas arriba) de la válvula. Se apreciará que los términos tales como "aguas arriba" y "aguas abajo" se definen en relación con el flujo de material granular a lo largo del distribuidor desde el conjunto de bomba de material granular hacia el extremo de distribución, una ubicación aguas arriba está más cerca del conjunto de bomba de material granular (o más lejos del extremo de distribución) que una ubicación aguas abajo.

20 El aparato de bombeo puede comprender un extractor (por ejemplo, una bomba) para extraer gas (es decir, extraer gas) del flujo de material granular en el distribuidor por medio de (es decir, a través de) el respiradero.

25 Puede ser que la válvula esté configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución cuando la cantidad (por ejemplo, masa o volumen) de material granular en la región de ventilación (es decir, aguas arriba (por ejemplo, directamente aguas arriba) del respiradero) excede un umbral (es decir, en respuesta a la cantidad (por ejemplo, masa o volumen) de material granular en la región de ventilación (es decir, aguas arriba (por ejemplo, directamente aguas arriba) del respiradero) que excede el umbral).

30 El aparato de bombeo puede configurarse para operar selectivamente el extractor (por ejemplo, bomba) y/o abrir y cerrar selectivamente el respiradero para ventilar el gas (por ejemplo, aire) del flujo de material granular en el distribuidor cuando una cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular en la región de ventilación es menor que un umbral inferior (es decir, en respuesta a que la cantidad (por ejemplo, masa o volumen) de material granular en la región de ventilación es menor que el umbral inferior). Alternativamente, el aparato de bombeo puede configurarse para operar el extractor continuamente y/o para mantener el respiradero abierto continuamente durante el funcionamiento del aparato de bombeo.

35 El distribuidor puede comprender un respiradero externo. El respiradero externo puede estar ubicado cerca, por ejemplo, en el extremo de distribución. El aparato de bombeo puede comprender un extractor externo (por ejemplo, una bomba externa) para extraer gas del exterior del distribuidor en el extremo de distribución a través del respiradero externo. La extracción de gas desde el exterior del distribuidor en el extremo de distribución a través del respiradero externo puede capturar el polvo que se genera en el extremo de distribución a medida que se distribuye el material granular. El extractor (para extraer gas del flujo de material granular en el distribuidor a través del respiradero) puede funcionar como extractor externo.

45 Puede ser que la válvula esté desviada hacia una configuración cerrada en la que el paso de material granular a través de ella esté restringido (por ejemplo, evitado). Además, puede ser que la válvula esté configurada para abrirse contra la desviación para permitir (por ejemplo, sin restricciones) el paso de material granular a través de la misma cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede el umbral (es decir, en respuesta a la cantidad (por ejemplo, masa o volumen) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral). Por consiguiente, puede ser que la válvula permanezca en la configuración cerrada cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución no exceda (es decir, sea menor o igual) el umbral. Por ejemplo, en ejemplos en los que el ensamblaje de bomba de material granular está configurado para bombear volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular a través del distribuidor hacia el extremo de distribución, los volúmenes discretos de material granular están separados entre sí dentro del distribuidor (por ejemplo, por volúmenes de gas que están sustancialmente libres de material granular, es decir, que tienen un contenido de material granular insignificante), puede ser que la válvula esté configurada para abrirse contra la desviación para permitir el paso de cada volumen discreto de material granular a través de la misma y para volver a la configuración cerrada después de que cada volumen discreto de material granular haya pasado a través de la válvula hacia el extremo de distribución. Alternativamente, puede ser que la válvula esté configurada para abrirse contra la desviación para permitir el paso de material granular, correspondiente a la cantidad de material granular en dos o más volúmenes discretos de material granular, a través de la misma, y para volver a la configuración cerrada después de que el material granular (es decir, correspondiente a la cantidad de material granular en dos o más volúmenes discretos de material granular) haya pasado a través de la válvula hacia el extremo de distribución.

65 Puede ser que la válvula comprenda (por ejemplo, corresponda o consista en) un tubo hecho de un material elástico, estando el tubo desviado cerrado en un extremo aguas abajo. El tubo puede abrirse en el extremo aguas abajo. Puede ser que el tubo esté configurado para abrirse en el extremo aguas abajo contra la desviación cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede el umbral (es decir, en

respuesta a la cantidad (por ejemplo, masa o volumen) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral). Se apreciará que el tubo se extiende típicamente entre un extremo aguas arriba y un extremo aguas abajo, estando el extremo aguas abajo más cerca del extremo de distribución del distribuidor que el extremo aguas arriba.

5 Puede ser que el tubo sea más estrecho en el extremo aguas abajo en la configuración cerrada que en una configuración abierta (es decir, que cuando la válvula está abierta para permitir el paso de material granular a través de ella). Por ejemplo, puede ser que el área de sección transversal abierta (es decir, a través de la cual puede fluir el material granular) del tubo en el extremo aguas abajo sea menor en la configuración cerrada que en la configuración abierta. Por ejemplo, puede ser que las paredes opuestas del tubo en el extremo aguas abajo estén más cerca entre sí (por ejemplo, selladas entre sí) en la configuración cerrada que en la configuración abierta. Por ejemplo, puede ser que el tubo esté aplanado (es decir, desviado) en el extremo aguas abajo en la configuración cerrada.

15 Puede ser que el tubo no contenga ninguna unión (es decir, entre diferentes partes del tubo). Por ejemplo, el tubo puede estar formado integralmente a partir del material elástico (es decir, como una sola pieza). Por ejemplo, el tubo puede moldearse por inyección a partir del material elástico.

20 El material elástico puede ser un material elastomérico tal como un caucho, por ejemplo, un caucho a base de poliuretano. El material elastomérico (por ejemplo, caucho, por ejemplo, caucho a base de poliuretano) puede ser un material sólido (es decir, no celular, por ejemplo, no espumado). Alternativamente, el material elastomérico (por ejemplo, caucho, por ejemplo caucho a base de poliuretano) puede ser un material celular tal como un material espumado (es decir, una espuma).

25 El material elástico (por ejemplo, material elastomérico tal como un caucho) puede tener una densidad no menor que aproximadamente 30 kg/m³, por ejemplo, no menor que aproximadamente 40 kg/m³, o no menor que aproximadamente 50 kg/m³, o no menor que aproximadamente 60 kg/m³. El material elástico (por ejemplo, material elastomérico tal como un caucho) puede tener una densidad de no más de aproximadamente 70 kg/m³, por ejemplo, no más de aproximadamente 60 kg/m³, o no más de aproximadamente 50 kg/m³, o no más de aproximadamente 40 kg/m³. El material elástico (por ejemplo, material elastomérico tal como un caucho) puede tener una densidad de aproximadamente 30 kg/m³ a aproximadamente 70 kg/m³, por ejemplo, de aproximadamente 30 kg/m³ a aproximadamente 60 kg/m³, o de aproximadamente 30 kg/m³ a aproximadamente 50 kg/m³, o de aproximadamente 30 kg/m³ a aproximadamente 40 kg/m³, o de aproximadamente 40 kg/m³ a aproximadamente 70 kg/m³, o de aproximadamente 40 kg/m³ a aproximadamente 60 kg/m³, o de aproximadamente 40 kg/m³ a aproximadamente 50 kg/m³, o de aproximadamente 50 kg/m³ a aproximadamente 70 kg/m³, o de aproximadamente 50 kg/m³ a aproximadamente 60 kg/m³, o de aproximadamente 60 kg/m³ a aproximadamente 70 kg/m³.

40 El material elástico (por ejemplo, material elastomérico tal como un caucho) puede tener una dureza Shore A de no menor que aproximadamente 50, por ejemplo, no menor que aproximadamente 60, o no menor que aproximadamente 80. El material elástico (por ejemplo, material elastomérico tal como un caucho) puede tener una dureza Shore A de no más de aproximadamente 95, por ejemplo, no más de aproximadamente 90, o no más de aproximadamente 80, o no más de aproximadamente 70. El material elástico (por ejemplo, material elastomérico tal como un caucho) puede tener una dureza Shore A de aproximadamente 50 a aproximadamente 95, por ejemplo, de aproximadamente 60 a aproximadamente 95, o de aproximadamente 70 a aproximadamente 96, o de aproximadamente 80 a aproximadamente 95, o de aproximadamente 50 a aproximadamente 90, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 90, o de aproximadamente 70 a aproximadamente 90, o de aproximadamente 80 a aproximadamente 90, o de aproximadamente 50 a aproximadamente 80, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 80, o de aproximadamente 70 a aproximadamente 80, o de aproximadamente 50 a aproximadamente 70, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 70.

50 Puede ser que el umbral (es decir, para la apertura de la válvula contra la desviación) esté (es decir, al menos en parte) determinado por las dimensiones del tubo y/o las propiedades mecánicas (por ejemplo, la densidad y/o la dureza (por ejemplo, dureza Shore A)) del material elástico.

55 Por consiguiente, puede ser que las dimensiones del tubo y/o las propiedades mecánicas del material elástico estén configuradas (por ejemplo, seleccionadas) de manera que el tubo se abra en el extremo aguas abajo contra la desviación cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede el umbral (es decir, en respuesta a la cantidad (por ejemplo, masa o volumen) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral). En particular, puede ser que las dimensiones del tubo y/o las propiedades mecánicas del material elástico estén configuradas (por ejemplo, seleccionadas) de manera que el tubo se abra en el extremo aguas abajo contra la desviación cuando el peso del material granular que presiona contra el extremo aguas abajo del tubo excede un umbral (es decir, en respuesta al peso del material granular bombeado que presiona contra el extremo aguas abajo del tubo que excede el umbral), por ejemplo, cuando el tubo está (es decir, sustancialmente) orientado verticalmente de manera que el extremo aguas abajo está (es decir, sustancialmente) por debajo de un extremo aguas arriba del tubo.

65 El experto apreciará que son posibles implementaciones alternativas de la válvula. Por ejemplo, la válvula puede comprender una aleta que se desvía hacia una configuración cerrada (por ejemplo, posición cerrada) en la que el paso

de material granular a través de la válvula se restringe (por ejemplo, se evita) (por ejemplo, mediante el paso de bloqueo de aleta de material granular a través de la válvula) y se puede mover a una configuración abierta (por ejemplo, posición abierta) para permitir (por ejemplo, sin restricción) el paso de material granular a través de la válvula. La aleta puede estar unida de forma articulada a una pared de la válvula para permitir el movimiento entre las configuraciones cerrada y abierta.

5 La solapa puede ser desviada hacia la configuración cerrada por un medio de desviación tal como un resorte. La aleta puede configurarse para abrirse contra la desviación para permitir (por ejemplo, sin restricciones) el paso de material granular a través de la válvula (es decir, para moverse a la configuración abierta) cuando la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede el umbral (es decir, en respuesta a la cantidad (por ejemplo, masa o volumen) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución que excede el umbral).

10 El aparato de bombeo puede comprender un controlador para controlar el movimiento de la aleta. El aparato de bombeo puede comprender uno o más sensores operables para determinar si la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede el umbral. El controlador puede configurarse (por ejemplo, programarse) para abrir la válvula (es decir, mover la aleta a la configuración abierta) en respuesta a una salida de uno o más sensores que indica que la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular bombeado hacia el extremo de distribución excede el umbral. Alternativamente, la solapa puede configurarse para abrirse bajo el peso del material granular que presiona contra la solapa, por ejemplo, cuando el peso del material granular que presiona contra la solapa excede un umbral (por ejemplo, determinado por la resistencia de los medios de desviación).

20 El conjunto de válvula puede estar ubicado cerca del extremo de distribución del distribuidor. Es decir, el conjunto de válvula puede estar ubicado más cerca del extremo de distribución del distribuidor que del conjunto de bomba de material granular. Por ejemplo, el conjunto de válvula puede estar ubicado en el extremo de distribución del distribuidor.

25 El distribuidor puede comprender una manguera. La manguera puede ser flexible. Además, el distribuidor puede comprender una boquilla para distribuir el material granular. La boquilla puede estar ubicada en el extremo de distribución del distribuidor, por ejemplo, en un extremo de distribución de la manguera (por ejemplo, flexible). La manguera (por ejemplo, flexible) puede conectar la boquilla al conjunto de bomba de material granular. El ensamblaje de bomba de material granular puede configurarse para bombear el material granular a través de la manguera (por ejemplo, flexible) hacia la boquilla. La boquilla puede comprender (por ejemplo, corresponder o ser) el conjunto de válvula.

30 Para evitar dudas, el primer aspecto se extiende a un aparato de bombeo que comprende un conjunto de bomba de material granular y un distribuidor que tiene un extremo de distribución para distribuir material granular, el conjunto de bomba de material granular comprende un alimentador de material granular discontinuo configurado para (por ejemplo, periódicamente) alimentar volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular en el distribuidor y un generador de flujo de gas configurado para generar un flujo de gas (por ejemplo, aire) que empuja los volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular a lo largo del distribuidor, los volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular que están separados entre sí dentro del distribuidor por regiones de gas (por ejemplo, aire) que están sustancialmente libres de material granular, en donde el distribuidor comprende un conjunto de válvula que tiene una válvula configurada para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor en el extremo de distribución (por ejemplo, para distribución) cuando un peso de material granular que presiona contra la válvula excede un umbral (es decir, en respuesta al peso de material granular que presiona contra la válvula que excede el umbral), por ejemplo, cuando la porción del distribuidor en la que se encuentra el ensamblaje de válvula está orientada (es decir, sustancialmente) verticalmente, y un respiradero configurado (por ejemplo, posicionado) para ventilar el gas (por ejemplo, aire) del flujo de material granular en el distribuidor en una región de ventilación directamente aguas arriba de la válvula, en donde el aparato de bombeo comprende un extractor (por ejemplo, una bomba) para extraer el gas (es decir, extraer el gas) del flujo de material granular en el distribuidor por medio de (es decir, a través de) el respiradero. Puede ser que la válvula comprenda (por ejemplo, corresponda o consista en) un tubo hecho de un material elástico, estando el tubo desviado cerrado en un extremo aguas abajo. Puede ser que las dimensiones del tubo y/o las propiedades mecánicas del material elástico estén configuradas (por ejemplo, seleccionadas) de manera que el tubo se abra en el extremo aguas abajo contra la desviación cuando el peso del material granular que presiona contra el extremo aguas abajo del tubo excede el umbral (es decir, en respuesta al peso del material granular que presiona contra el extremo aguas abajo del tubo que excede el umbral), por ejemplo, cuando el tubo está (es decir, sustancialmente) orientado verticalmente de manera que el extremo aguas abajo está (es decir, sustancialmente) por debajo de un extremo aguas arriba del tubo.

55 En un segundo aspecto, se proporciona un alimentador de material granular configurado para generar un flujo de salida discontinuo de material granular a partir de un flujo de entrada continuo de material granular.

Dado que el alimentador de material granular está configurado para generar un flujo de salida discontinuo de material granular, puede denominarse alimentador de material granular discontinuo o, más simplemente, alimentador discontinuo.

60 El alimentador de material granular puede configurarse para variar (por ejemplo, periódicamente) la velocidad a la que el alimentador de material granular produce material granular, de modo que el flujo de salida sea discontinuo. Es decir, puede ser que el alimentador de material granular esté configurado para variar (por ejemplo, periódicamente) la velocidad a la que el alimentador de material granular produce material granular, de modo que haya períodos durante los cuales el alimentador de material granular no produce material granular.

65 Puede ser que el alimentador de material granular esté configurado para emitir volúmenes discretos (es decir, paquetes)

de material granular. Los volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular pueden estar separados entre sí. Por ejemplo, puede haber un retraso (es decir, un retraso de tiempo) entre cada volumen discreto (es decir, paquete) de salida de material granular por el alimentador de material granular. Puede ser que cada volumen discreto (es decir, paquete) de material granular producido por el material granular contenga (es decir, sustancialmente) la misma cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de material granular. Por ejemplo, puede ser que el alimentador de material granular esté configurado para producir volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular que tienen (es decir, sustancialmente) el mismo volumen, y puede ser además que los volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular tengan (es decir, sustancialmente) la misma masa cuando la composición del flujo de entrada continuo de material granular es (es decir, sustancialmente) constante (por ejemplo, de manera que la densidad del flujo de entrada continuo de material granular es (es decir, sustancialmente) constante). El alimentador de material granular puede configurarse para emitir los volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular (es decir, sustancialmente) de forma regular o periódica, por ejemplo, de modo que el tiempo entre cada volumen discreto (es decir, paquete) de material granular emitido por el alimentador de material granular sea (es decir, sustancialmente) el mismo.

15 Por consiguiente, puede ser que el flujo de salida discontinuo comprenda volúmenes discretos (es decir, paquetes) de salida de material granular periódicamente por el alimentador de material granular.

Puede ser que el alimentador discontinuo esté configurado para emitir un volumen discreto (es decir, paquete) de material granular a una velocidad no superior a aproximadamente 5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, por ejemplo, no superior a aproximadamente 3 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o no superior a aproximadamente 2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o no superior a aproximadamente 1 volumen discreto (es decir, paquetes) por segundo. Puede ser que el alimentador discontinuo esté configurado para emitir un volumen discreto (es decir, paquete) de material granular a una velocidad de no menor que aproximadamente 0,1 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, por ejemplo, no menor que aproximadamente 0,2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, durante no menor que aproximadamente 0,5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo. Puede ser que el alimentador discontinuo esté configurado para producir un volumen discreto (es decir, paquete) de material granular a una velocidad de aproximadamente 0,1 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, por ejemplo, de aproximadamente 0,2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 3 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o de aproximadamente 0,2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 3 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o de aproximadamente 0,5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 2 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo, o de aproximadamente 0,5 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo a aproximadamente 1 volumen discreto (es decir, paquetes) por segundo, por ejemplo, aproximadamente 0,8 volúmenes discretos (es decir, paquetes) por segundo (es decir, aproximadamente 1 volumen discreto (es decir, paquete) cada 1,3 segundos).

Puede ser que el flujo de salida discontinuo se genere bloqueando periódicamente (es decir, de manera regular y periódica) una trayectoria de flujo de material granular a través del alimentador de material granular. Es decir, puede ser que el flujo de salida discontinuo se genere bloqueando y desbloqueando periódicamente la vía de flujo de material granular, por ejemplo, de modo que el material granular sea emitido por el alimentador de material granular cuando la vía de flujo de material granular no esté bloqueada y el material granular no sea emitido por el alimentador de material granular cuando la vía de flujo de material granular esté bloqueada.

El alimentador de material granular puede comprender al menos una entrada para recibir el flujo de entrada continuo de material granular y al menos una salida para emitir el flujo de salida discontinuo de material granular. El alimentador de material granular puede comprender además un conducto de flujo de material granular móvil entre: una configuración de carga, en la que el conducto de flujo de material granular está alineado con una entrada (de la al menos una entrada) para recibir material granular; y una configuración de descarga, en la que el conducto de flujo de material granular está alineado con una salida (de la al menos una salida) para descargar material granular. El conducto de flujo de material granular está típicamente desalineado con la al menos una salida (es decir, cualquier salida), bloqueando así la descarga de material granular a través de la al menos una salida, cuando está en la configuración de carga. El conducto de flujo de material granular también está típicamente desalineado con la al menos una entrada (es decir, cualquier entrada), bloqueando así la carga del conducto de flujo de material granular con material granular desde la al menos una entrada, cuando está en la configuración de descarga. El alimentador de material granular también puede comprender un actuador configurado para impulsar el movimiento periódico del conducto de flujo de material granular entre las configuraciones de carga y descarga.

En algunos ejemplos, el alimentador de material granular comprende dos o más conductos de flujo de material granular, cada uno de los cuales se puede mover entre las respectivas configuraciones de carga y descarga con respecto a la al menos una entrada y la al menos una salida. Puede ser que el actuador esté configurado para impulsar el movimiento periódico de los dos o más conductos de flujo de material granular entre las respectivas configuraciones de carga y descarga, es decir, de modo que los conductos de flujo de material granular alternos se alineen y desalineen periódicamente con la al menos una entrada y la al menos una salida.

65 En algunos ejemplos, el alimentador de material granular comprende dos o más salidas y dos o más conductos de flujo de material granular. Puede ser que cada conducto de flujo de material granular sea móvil entre: una configuración de

carga, en la que dicho conducto de flujo de material granular está alineado con una entrada para recibir material granular; y una configuración de descarga, en la que dicho conducto de flujo de material granular está alineado con una salida respectiva de las dos o más salidas para descargar material granular. Cada conducto de flujo de material granular está típicamente desalineado con todas las salidas de las dos o más salidas, bloqueando así la descarga de material granular desde dicho conducto de flujo de material granular a través de las salidas, cuando está en la configuración de carga. Cada conducto de flujo de material granular también está típicamente desalineado con la al menos una entrada, bloqueando así la carga de dicho conducto de flujo de material granular con material granular desde la al menos una entrada, cuando está en la configuración de descarga. El alimentador de material granular también puede comprender un actuador configurado para impulsar el movimiento periódico de los conductos de flujo de material granular entre las respectivas configuraciones de carga y descarga, es decir, de modo que los conductos de flujo de material granular alternos se alineen y desalineen periódicamente con la al menos una entrada y las respectivas salidas.

Puede ser que la vía de flujo de material granular a través del alimentador de material granular se extienda a través de un conducto de flujo de material granular. El bloqueo de la vía de flujo de material granular puede comprender interrumpir o bloquear el flujo de material granular a través del conducto de flujo de material granular. Por ejemplo, el conducto de flujo de material granular puede tener al menos una primera y una segunda porción de conducto y bloquear la trayectoria de flujo de material granular puede comprender desalinear la primera y la segunda porción de conducto entre sí y/o colocar un tope (por ejemplo, una pared) entre la primera y la segunda porción de conducto, bloqueando así el flujo de material granular entre la primera y la segunda porción de conducto (por ejemplo, desde la primera porción de conducto hacia la segunda porción de conducto o viceversa). Desbloquear la vía de flujo de material granular puede comprender volver a alinear la primera y la segunda porción del conducto y/o retirar el tope (por ejemplo, la pared) de entre la primera y la segunda porción del conducto, desbloqueando así el flujo de material granular entre la primera y la segunda porción del conducto (por ejemplo, desde la primera porción del conducto hacia la segunda porción del conducto, o viceversa), es decir, permitiendo el flujo de material granular entre la primera y la segunda porción del conducto (por ejemplo, desde la primera porción del conducto hacia la segunda porción del conducto o viceversa). El alimentador de material granular puede comprender un actuador (por ejemplo, que comprende un motor) configurado para impulsar el movimiento relativo de una o más de la primera porción de conducto, la segunda porción de conducto y/o el tope (por ejemplo, la pared), cuando esté presente, para provocar el bloqueo (y desbloqueo) periódico de la trayectoria de flujo de material granular.

Puede ser que el alimentador de material granular comprenda una entrada para recibir el flujo de entrada continuo de material granular y una salida para emitir el flujo de salida discontinuo de material granular. El alimentador de material granular puede comprender además un conducto de flujo de material granular móvil entre una configuración de flujo (por ejemplo, una posición de flujo), en la que el conducto de flujo de material granular está alineado con la entrada y la salida para permitir así el flujo de material granular desde la entrada a la salida a través del conducto de flujo de material granular, y una configuración bloqueada (por ejemplo, una posición bloqueada), en la que el conducto de flujo de material granular está posicionado fuera de alineación con la entrada y/o la salida de modo que el material granular no pueda fluir desde la entrada a la salida. El alimentador de material granular puede comprender además un actuador (por ejemplo, que comprende un motor) configurado para impulsar el movimiento periódico del conducto de flujo de material granular entre las configuraciones de flujo y bloqueadas. La periodicidad de la salida discontinua (por ejemplo, el tamaño de cada volumen discreto (es decir, paquete) de salida de material granular por el alimentador de material granular, y el retardo de tiempo entre cada volumen discreto (es decir, paquete)) puede determinarse (es decir, establecido) por el actuador, por ejemplo, por la periodicidad del movimiento del conducto de flujo de material granular.

Puede ser que el alimentador de material granular comprenda dos o más conductos de flujo de material granular, cada uno de los cuales se puede mover entre las respectivas configuraciones de flujo y bloqueadas. Por ejemplo, los dos o más conductos de flujo de material granular pueden ser móviles entre las respectivas configuraciones de flujo y bloqueadas con respecto a la misma entrada y salida. Puede ser que solo uno de los dos o más conductos de flujo de material granular pueda estar en la configuración de flujo (es decir, alineado con la entrada y la salida) en un momento dado. Por ejemplo, puede ser que cuando uno de los dos o más conductos de flujo de material granular está en una configuración de flujo (es decir, de manera que está alineado con la entrada y la salida para permitir así el flujo de material granular desde la entrada a la salida a través de dicho conducto de flujo de material granular), los otros de los dos o más conductos de flujo de material granular están en respectivas configuraciones bloqueadas (es decir, de manera que están desalineados con la entrada y la salida). El actuador puede configurarse para impulsar el movimiento periódico de los dos o más conductos de flujo de material granular entre las respectivas configuraciones de flujo y bloqueadas, de modo que los conductos de flujo de material granular alternos se alineen y desalineen periódicamente con la entrada y la salida. La periodicidad de la salida discontinua (por ejemplo, el tamaño de cada volumen discreto (es decir, paquete) de salida de material granular por el alimentador de material granular, y el retardo de tiempo entre cada volumen discreto (es decir, paquete)) puede determinarse (es decir, establecido) por el actuador, por ejemplo, por el tiempo del movimiento periódico de los dos o más conductos de flujo de material granular.

En un tercer aspecto, se proporciona un aparato de bombeo que comprende el alimentador de material granular de acuerdo con el segundo aspecto. El aparato de bombeo puede comprender además cualquier característica descrita anteriormente en relación con el primer aspecto.

En un cuarto aspecto, se proporciona un método que comprende usar el aparato de bombeo de acuerdo con el primer aspecto o el tercer aspecto para bombear un material granular. El método puede comprender distribuir el material de

bombeo por medio del distribuidor, es decir, a través del extremo de distribución del distribuidor.

El material granular puede ser un material granular seco.

5 El material granular puede comprender (por ejemplo, ser) uno o más de los siguientes: un material refractario granular (por ejemplo, que comprende o es alúmina, sílice (por ejemplo, cuarzo), magnesia, óxido de calcio y/o hidróxido de calcio (por ejemplo, cal) y/o circonia), un polvo mineral (por ejemplo, que comprende o es cuarzo, cuarcita, carbonato de calcio, calcita, uno o más minerales de arcilla (tales como talco, caolinita, bentonita, etc.), wollastonita, perlita, mica, tierra de diatomeas, etc.), cemento, arena, suelo, un producto farmacéutico y/o un producto alimenticio (por ejemplo, harina, grano (por ejemplo, grano de cereal) o granos de café).

15 El material granular puede tener una densidad aparente de no menor que aproximadamente $0,1 \text{ t/m}^3$ (en donde "t" es una tonelada métrica, es decir, 1000 kg), por ejemplo, no menor que aproximadamente $0,5 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $1,0 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $1,5 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $1,6 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $1,7 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $1,8 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $1,9 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $2,0 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $2,1 \text{ t/m}^3$, o no menor que aproximadamente $2,2 \text{ t/m}^3$. El material granular puede tener una densidad aparente de no más de aproximadamente $3,2 \text{ t/m}^3$, por ejemplo, no más de aproximadamente $3,1 \text{ t/m}^3$, o no más de aproximadamente $3,0 \text{ t/m}^3$, o no más de aproximadamente $2,9 \text{ t/m}^3$, o no más de aproximadamente $2,8 \text{ t/m}^3$, o no más de aproximadamente $2,7 \text{ t/m}^3$, o no más de aproximadamente $2,5 \text{ t/m}^3$, o no más de aproximadamente $2,4 \text{ t/m}^3$, o no más de aproximadamente $2,3 \text{ t/m}^3$, o no más de aproximadamente $2,2 \text{ t/m}^3$. El material granular puede tener una densidad aparente de aproximadamente $0,1 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $3,2 \text{ t/m}^3$, por ejemplo, de aproximadamente $0,5 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $3,2 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $1,0 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $3,2 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $1,5 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $3,2 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $1,6 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $3,1 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $1,7 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $3,0 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $1,8 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $2,9 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $1,9 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $2,8 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $2,0 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $2,7 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $2,1 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $2,6 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $2,1 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $2,5 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $2,1 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $2,4 \text{ t/m}^3$, o de aproximadamente $2,1 \text{ t/m}^3$ a aproximadamente $2,3 \text{ t/m}^3$, por ejemplo aproximadamente $2,2 \text{ t/m}^3$.

30 El método puede comprender usar el aparato de bombeo para bombear un material refractario granular en un horno, por ejemplo, cuando se reviste una pared del horno. Por consiguiente, el método puede ser un método para revestir una pared de horno que comprende bombear un material refractario granular usando el aparato de bombeo.

35 Para evitar dudas, el experto apreciará que, excepto cuando se excluyan mutuamente, una característica descrita en relación con cualquiera de los aspectos anteriores puede aplicarse *mutatis mutandis* a cualquier otro aspecto. Además, excepto cuando se excluyan mutuamente, cualquier característica descrita en el presente documento puede aplicarse a cualquier aspecto y/o combinarse con cualquier otra característica descrita en el presente documento.

Figuras

40 Las realizaciones se describirán ahora solo a modo de ejemplo, con referencia a las Figuras, en las que:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un primer ejemplo de aparato de bombeo de material granular;

45 La Figura 2 es una ilustración esquemática de un segundo ejemplo de aparato de bombeo de material granular;

La Figura 3 es una ilustración esquemática de un flujo discontinuo de material granular que se desplaza a través de un distribuidor de un aparato de bombeo de material granular;

50 La Figura 4 es una ilustración esquemática de un tercer ejemplo de aparato de bombeo de material granular;

La Figura 5 es una vista esquemática en sección transversal de un distribuidor de un aparato de bombeo de material granular;

55 La Figura 6 es una vista esquemática en sección transversal de un distribuidor de un aparato de bombeo de material granular en el que una válvula está en una configuración cerrada;

La Figura 7 es una vista esquemática en sección transversal del distribuidor de la Figura 6 en la que la válvula está en una configuración abierta;

60 La Figura 8 es una vista en perspectiva de una válvula de ejemplo para un distribuidor de un aparato de bombeo de material granular;

La Figura 9 es una vista en sección transversal de la válvula de ejemplo de la Figura 8;

65 La Figura 10 es una vista en sección transversal de la válvula de ejemplo de las Figuras 8 y 9 tomada a lo largo de la

sección A-A;

La Figura 11 es una vista en sección transversal de la válvula de ejemplo de las Figuras 8, 9 y 10 tomada a lo largo de la sección B-B;

La Figura 12 es una vista en sección transversal de un ejemplo de distribuidor que tiene una válvula;

La Figura 13 es una vista en sección transversal del distribuidor de ejemplo de la Figura 12 cuando está en uso cuando la válvula está en la configuración cerrada;

La Figura 14 es una vista en sección transversal del distribuidor de ejemplo de las Figuras 12 y 13 en uso cuando la válvula está en la configuración abierta;

La Figura 15 es una vista lateral de un ejemplo de ensamblaje de bomba de material granular;

La Figura 16 es una vista en sección transversal del ensamblaje de bomba de material granular de la Figura 15;

La Figura 17 es una vista en sección transversal del ensamblaje de bomba de material granular de las Figuras 15 y 16, en donde la sección transversal de la Figura 17 se toma en un plano perpendicular al plano de sección transversal de la Figura 16;

La Figura 18 es una vista en perspectiva de un alimentador de material granular discontinuo;

La Figura 19 es una vista lateral del alimentador de material granular discontinuo de la Figura 18;

La Figura 20 es una vista en planta del alimentador de material granular discontinuo de las Figuras 18 y 19; y

La Figura 21 es una vista en sección transversal del alimentador de material granular discontinuo de las Figuras 18, 19 y 20.

Descripción detallada

Con referencia a la Figura 1, el ejemplo de aparato de bombeo 1 comprende un ensamblaje de bomba de material granular 2 y un distribuidor 3. El distribuidor 3 está conectado al conjunto de bomba de material granular 2 y el conjunto de bomba de material granular 2 es operable para bombear material granular a través del distribuidor hacia un extremo de distribución 4 para distribuir el material granular.

El distribuidor 3 incluye una válvula 5 para regular el flujo de material granular que sale del distribuidor 3 en el extremo de distribución 4. En particular, la válvula 5 está configurada para restringir el flujo de material granular fuera del distribuidor 3 en el extremo de distribución 4 cuando una cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución 4 es menor o inferior a un umbral y para permitir el flujo de material granular fuera del distribuidor 3 en el extremo de distribución 4 cuando la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución 4 excede el umbral.

El distribuidor 3 puede incluir una manguera flexible (no se muestra). La válvula 5 puede ubicarse en cualquier punto a lo largo del distribuidor 3 (por ejemplo, en cualquier punto a lo largo de la manguera). Sin embargo, la válvula puede ubicarse preferiblemente más cerca, por ejemplo, en el extremo de distribución del distribuidor 3 (por ejemplo, manguera). Por ejemplo, el distribuidor 3 puede incluir una boquilla (no mostrada) en el extremo de distribución para dirigir un flujo de salida de material granular. La válvula 5 puede estar ubicada en la boquilla o, de hecho, puede estar formada por la boquilla, es decir, la boquilla puede funcionar como la válvula 5.

Con referencia a la Figura 2, el ejemplo de aparato de bombeo 11 comprende un ensamblaje de bomba de material granular 12 y un distribuidor 13. El distribuidor 13 está conectado al conjunto de bomba de material granular 12 y el conjunto de bomba de material granular 12 es operable para bombear material granular a través del distribuidor hacia un extremo de distribución 14 para distribuir el material granular.

El distribuidor 13 incluye una válvula 15 para regular el flujo de material granular que sale del distribuidor 13 en el extremo de distribución 14. En particular, la válvula 15 está configurada para restringir el flujo de material granular fuera del distribuidor 13 en el extremo de distribución 14 cuando una cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución 14 es menor o inferior a un umbral y para permitir el flujo de material granular fuera del distribuidor 13 en el extremo de distribución 14 cuando la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución 14 excede el umbral.

En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, el ensamblaje de bomba de material granular 12 comprende un alimentador de material granular 16 para regular un flujo de material granular hacia el distribuidor 13 y un generador de flujo de gas 17 para bombear el flujo de material granular a través del distribuidor 13. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, el alimentador de material granular 16 es un alimentador discontinuo para emitir un flujo discontinuo de material granular

5 hacia el distribuidor 13. El flujo discontinuo de material granular emitido por el alimentador discontinuo 16 consiste en una serie de volúmenes discretos (es decir, paquetes) de material granular emitido periódicamente por el alimentador de material granular 16 y bombeado a lo largo del distribuidor 13 por el generador de flujo de gas 17. Por ejemplo, la Figura 3 ilustra un flujo discontinuo de material granular que se desplaza a lo largo de una porción del distribuidor 13. Los volúmenes discretos de material granular 18 (sombreados en la Figura 5) están separados entre sí dentro del distribuidor por regiones llenas de gas 19 (sin sombrear en la Figura 5) sustancialmente desprovistas de material granular.

10 El generador de flujo de gas 14 puede ser de cualquier tipo adecuado conocido en la técnica. Por ejemplo, el generador de flujo de gas 14 puede comprender un ventilador o impulsor para generar un flujo de gas. El flujo de gas puede ser un flujo de aire.

15 Con referencia a la Figura 4, el ejemplo de aparato de bombeo 21 comprende un ensamblaje de bomba de material granular 22 y un distribuidor 23. El distribuidor 23 está conectado al conjunto de bomba de material granular 22 y el conjunto de bomba de material granular 22 es operable para bombear material granular a través del distribuidor hacia un extremo de distribución 24 para distribuir el material granular.

20 El distribuidor 23 incluye una válvula 25 para regular el flujo de material granular que sale del distribuidor 23 en el extremo de distribución 24. En particular, la válvula 25 está configurada para restringir el flujo de material granular fuera del distribuidor 23 en el extremo de distribución 24 cuando una cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución 24 es menor o inferior a un umbral y para permitir el flujo de material granular fuera del distribuidor 23 en el extremo de distribución 24 cuando la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución 24 excede el umbral.

25 El ensamblaje de bomba de material granular 22 comprende un primer alimentador de material granular 26, un segundo alimentador de material granular 27 y un generador de flujo de gas 28. En el ejemplo que se muestra en la Figura 4, el primer alimentador de material granular 26 es un alimentador continuo para emitir un flujo continuo de material granular hacia el segundo alimentador de material granular 27. El segundo alimentador de material granular 27 es un alimentador discontinuo para emitir un flujo discontinuo de material granular hacia el distribuidor 23.

30 Como se discutió anteriormente, cada uno de los aparatos de bombeo de ejemplo 1, 11 y 21 comprende una válvula 5, 15 o 25 configurada para restringir o permitir selectivamente el flujo de material granular fuera del distribuidor correspondiente 3, 13 o 13 dependiendo de la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución respectivo 4, 14 o 24. En cada ejemplo, el distribuidor también puede incluir una ventilación para ventilar el gas (por ejemplo, aire) del flujo de material granular en el distribuidor en una región de ventilación aguas arriba de la válvula. El distribuidor también puede incluir un extractor para extraer gas (por ejemplo, aire) del flujo de material granular en el distribuidor por medio del respiradero.

35 Por ejemplo, la Figura 5 muestra una parte de un ejemplo de distribuidor 33 que comprende una válvula 35. La válvula 35 está configurada para restringir o permitir selectivamente el flujo de material granular a través de la misma dependiendo de la cantidad de material granular que se bombea hacia la válvula 35 (es decir, en la dirección indicada por la flecha 36). El distribuidor 33 también incluye un respiradero 37 a través del cual un extractor 38 extrae gas (por ejemplo, aire) del flujo de material granular en el distribuidor (en la dirección indicada por la flecha 39). Debido a que el gas (por ejemplo, aire) se extrae del flujo de material granular en la región de ventilación aguas arriba de la válvula, la presión del gas (por ejemplo, aire) aguas arriba de la válvula se reduce. Típicamente, el extractor 38 funciona de tal manera que el gas (por ejemplo, aire) se retira del distribuidor aguas arriba de la válvula a una velocidad para contrarrestar la presión del gas (por ejemplo, aire) causada por el funcionamiento del generador de flujo de gas. Por consiguiente, el material granular no es forzado contra la válvula por el flujo de gas (por ejemplo, aire). Por lo tanto, cuando la válvula se abre (cuando la cantidad de material granular inmediatamente aguas arriba de la válvula excede el umbral, el material granular cae fuera de la distribución a través de la válvula bajo la influencia de la gravedad, en lugar de ser expulsado del distribuidor por la acción del flujo de gas (por ejemplo, aire), particularmente cuando el distribuidor se mantiene en una orientación sustancialmente vertical de modo que el extremo de distribución esté sustancialmente vertical debajo de las partes inmediatamente aguas arriba del distribuidor. Los inventores han descubierto que esto conduce a una reducción significativa en la cantidad de polvo generado al distribuir el material granular.

40 Se apreciará que la válvula puede tomar muchas formas diferentes. Un mecanismo de válvula de ejemplo se ilustra, sin embargo, en las Figuras 6 y 7. En particular, las Figuras 6 y 7 muestran un distribuidor 43 que comprende una válvula 45, un respiradero 47 y un extractor 48. La válvula 45 está formada por un tubo 46 hecho de un material elástico tal como un caucho (por ejemplo, un caucho a base de poliuretano). El tubo 46 tiene una forma tal que el tubo se estrecha en el extremo de distribución 49 en una configuración cerrada predeterminada (como se muestra en la Figura 6). Cuando está en la configuración cerrada, el material granular 50 no puede pasar a través del tubo 46 y salir del distribuidor 43. Sin embargo, la válvula 45 también se puede operar en una configuración abierta (como se muestra en la Figura 7) en la que el extremo cónico del tubo 46 se abre por estiramiento en el extremo de distribución 49 para permitir que el material granular 50 salga del distribuidor 43. Dado que el tubo 46 está hecho de un material elástico tal como un caucho, el extremo cónico del tubo 46 se abre cuando la cantidad de material granular 50 inmediatamente aguas arriba del mismo excede un umbral. En particular, el extremo cónico del tubo 46 se abre cuando la fuerza ejercida por el material granular 50 (típicamente a través del peso del material granular 50) sobre el extremo cónico del tubo 46 es lo suficientemente

grande como para estirar las paredes opuestas. El experto apreciará que un tubo 46 formado integralmente a partir del material elástico (por ejemplo, caucho, por ejemplo, caucho a base de poliuretano) se puede fabricar mediante moldeo por inyección, es decir, forzando el material elástico fundido (por ejemplo, caucho, por ejemplo, caucho a base de poliuretano) en un molde (por ejemplo, un molde de acero).

Dado que el distribuidor 33 comprende un extractor 48 que extrae aire del flujo de material granular aguas arriba de la válvula 45, hay una presión de aire insignificante que actúa sobre el extremo cónico del tubo 46 que podría hacer que se abra. Por consiguiente, la válvula 45 típicamente solo se abre bajo el peso del material granular que se ha acumulado contra el extremo cónico del tubo 46, particularmente cuando esta porción del distribuidor 43 se mantiene sustancialmente vertical, es decir, de tal manera que la flecha 51 apunta sustancialmente verticalmente hacia abajo.

Las Figuras 8 a 11 ilustran un diseño de válvula de ejemplo con más detalle. En particular, una válvula 60 se forma a partir de un tubo 61 de material elástico, tal como un caucho. El tubo 61 se aplana en un extremo de distribución aguas abajo 62 de tal manera que está desviado cerrado en dicho extremo de distribución 62 pero se puede abrir contra la desviación cuando se aplica una fuerza suficiente (es decir, por el peso del material granular que actúa internamente contra el extremo de distribución 62 cuando está en uso).

Una porción de boquilla de un ejemplo de distribuidor 63 que incluye la válvula 60 se muestra en las Figuras 12, 13 y 14. La Figura 12 ilustra la boquilla antes de su uso y las Figuras 13 y 14 ilustran la boquilla durante el uso. Durante el uso, un flujo de material granular ingresa a la boquilla a través de la entrada 64. Como el flujo de material granular es discontinuo, los paquetes discretos 65 de material granular ingresan a la boquilla de uno en uno. El aire se extrae del flujo de material granular a través del respiradero en la región de ventilación indicada generalmente en 66, de modo que el flujo de aire ya no ejerza una fuerza sobre los paquetes 65 de material granular dentro de la boquilla 63 o sobre la válvula 60. Por lo tanto, los paquetes 65 de material granular se desplazan hacia la válvula 60 bajo su impulso residual y bajo la influencia de la gravedad. Dependiendo de las características de la válvula 60, la fuerza ejercida por el impacto de un solo paquete 65 que alcanza la válvula 60 puede no hacer que la válvula 60 se abra. En cambio, el material granular puede acumularse inmediatamente aguas arriba de la válvula (como se muestra en la Figura 13). Alternativamente, puede ser que la fuerza ejercida por un solo paquete de material granular sea suficiente para hacer que la válvula 60 se abra (por ejemplo, en ejemplos en los que los paquetes de material granular contienen mayores cantidades de material granular y, por lo tanto, son más pesados). En cualquier caso, sin embargo, es solo cuando el peso del material granular que actúa contra la válvula 60 excede un umbral (que, se entenderá, depende de las dimensiones de la válvula y las características, como la densidad y la dureza, del material elástico a partir del cual se forma la válvula) que la válvula se abre y se permite que el material granular caiga fuera de la boquilla, principalmente bajo la influencia de la gravedad, como se muestra en la Figura 14. Dado que el material granular cae fuera de la boquilla, en lugar de ser expulsado de la boquilla por la presión del gas, hay una reducción significativa en la cantidad de polvo generado.

En algunos ejemplos, la boquilla 63 también incluye un respiradero del extremo de distribución ubicado cerca del extremo de distribución de la boquilla y a través del cual el extractor extrae aire. En consecuencia, el polvo que se genera a medida que el material granular sale de la boquilla también puede ser recogido por el distribuidor, lo que reduce aún más la cantidad total de polvo generado en el entorno circundante.

Como se mencionó anteriormente, el peso umbral del material granular que debe excederse antes de que la válvula 60 se abra depende de las dimensiones de la válvula 60 y las características del material a partir del cual se forma. Los inventores han descubierto que un material elastomérico tal como un caucho (por ejemplo, un caucho a base de poliuretano) es adecuado para formar la válvula 60. En particular, los inventores han descubierto que un material elastomérico (tal como un caucho, por ejemplo caucho a base de poliuretano) que tiene una densidad de aproximadamente 30 kg/m^3 a aproximadamente 70 kg/m^3 y una dureza Shore A de aproximadamente 50 a aproximadamente 95 (y particularmente de aproximadamente 60 a aproximadamente 80) es adecuado para su uso cuando se distribuye polvo de cuarcita que tiene una densidad aparente de aproximadamente $2,2 \text{ t/m}^3$ (en donde "t" es una tonelada métrica, es decir, tal que la densidad aparente del polvo de cuarzo es de aproximadamente 2200 kg/m^3) y un tamaño de paquete de aproximadamente 700 g. El experto apreciará que se pueden seleccionar diferentes materiales dependiendo de las características (por ejemplo, densidad y/o tamaño de partícula) del material granular a distribuir y/o las características de los paquetes de volumen emitidos por el alimentador de material granular (por ejemplo, la cantidad de material granular en cada paquete de volumen y/o la velocidad a la que los paquetes de volumen son emitidos por el alimentador de material granular).

En el ejemplo que se muestra en las Figuras 8 a 11, la longitud L del tubo 61 es de aproximadamente 133 mm, el ancho W es de aproximadamente 89 mm y el espesor T de la pared del tubo de material elastomérico en el extremo aguas arriba es de aproximadamente 19 mm. Sin embargo, nuevamente el experto apreciará que se pueden seleccionar diferentes dimensiones de válvula dependiendo de las características (por ejemplo, densidad y/o tamaño de partícula) del material granular a distribuir y/o las características de los paquetes de volumen emitidos por el alimentador de material granular (por ejemplo, la cantidad de material granular en cada paquete de volumen y/o la velocidad a la que los paquetes de volumen son emitidos por el alimentador de material granular). Por ejemplo, la longitud del tubo puede ser de aproximadamente 50 mm a aproximadamente 150 mm, la anchura puede ser de aproximadamente 40 mm a aproximadamente 120 mm y el espesor del material en el extremo aguas arriba puede ser de aproximadamente 10 mm a aproximadamente 30 mm.

Un ejemplo de aparato de bombeo 70 se ilustra en las Figuras 15 a 17. El aparato de bombeo 70 incluye una entrada de material granular 71, un primer alimentador de material granular 72, un segundo alimentador de material granular 73, un generador de flujo de aire 74 y una salida 75 para la conexión a un distribuidor. La entrada de material granular 71 puede incluir un divisor de bolsas para abrir una bolsa de material granular colocada en la entrada 71. El primer alimentador de material granular 72 es un alimentador de material granular continuo configurado para alimentar continuamente material granular recibido en la entrada al segundo alimentador de material granular 73, que a su vez es un alimentador de material granular discontinuo configurado para emitir un flujo discontinuo de material granular a la salida 75 por medio del generador de flujo de aire 74, que genera un flujo de aire para bombear el flujo discontinuo de material granular fuera de la salida 75 y hacia y a lo largo del distribuidor cuando está en uso.

El alimentador discontinuo de material granular 73 se muestra con más detalle en las Figuras 18 a 21. El alimentador 73 incluye un ensamblaje de alimentación 74 y un actuador 75 que comprende un motor. El ensamblaje de alimentación 74 incluye un marco 76 que define una abertura de entrada 77 para recibir un flujo de material granular desde el primer alimentador de material granular 72 y dos aberturas de salida 78 y 79, separadas entre sí, para emitir un flujo discontinuo de material granular. El ensamblaje de alimentación 74 también incluye una primera y una segunda porción de conducto de material granular 80 y 81 montadas en un soporte 82. El soporte 82 está montado de forma deslizable dentro del marco 76 por medio de la ranura 83 y está acoplado al actuador 75. El actuador 75 es operable para impulsar el movimiento deslizante del soporte 82 hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la ranura 83, lo que hace que la primera y segunda porciones del conducto de material granular 80 y 81 se muevan en vaivén dentro del marco 76. Por lo tanto, la primera y segunda porciones de conducto de material granular 80 y 81 se alinean y desalinean alternativamente con la abertura de entrada 77 y las aberturas de salida 78 y 79. En particular, cuando una de la primera y segunda porciones de conducto de material granular 80 y 81 está alineada con la abertura de entrada 77, la dicha una de la primera y segunda porciones de conducto de material granular 80 y 81 puede llenarse con material granular que fluye a través de la abertura de entrada 77. Al mismo tiempo, la otra de la primera y segunda porciones de conducto de material granular 80 y 81 está alineada con una de las aberturas de salida 78 y 79 y, por lo tanto, el material granular puede fluir fuera de la dicha otra de la primera y segunda porciones de conducto de material granular 80 y 81 a través de la dicha abertura de salida. A medida que la primera y segunda porciones de conducto de material granular 80 y 81 se mueven hacia adelante y hacia atrás dentro del marco 76, la primera y segunda porciones de conducto de material granular 80 y 81 se cargan alternativamente con, y descargan, material granular. Como hay un retraso entre descargas sucesivas de material granular a través de las salidas 78 y 79, el alimentador 73 genera una salida discontinua (es decir, periódica) de material granular a partir de un flujo de entrada continuo. Esta salida discontinua comprende una serie de volúmenes discretos de salida de material granular por el alimentador 73 separados por periodos de tiempo durante los cuales el alimentador 73 no produce material granular. La periodicidad de la salida está determinada en parte por el volumen de cada una de la primera y segunda porciones de conducto de material granular 80 y 81 y por la velocidad a la que las porciones de conducto 80 y 81 se mueven alternativamente dentro del marco. En algunos ejemplos, el alimentador 73 está configurado para emitir un volumen discreto de material granular (es decir, correspondiente al volumen de material granular retenido por una porción de conducto de material granular completamente cargada) cada 0,2 a 10 segundos, por ejemplo, aproximadamente cada 1 segundo (o aproximadamente cada 1,3 segundos).

Se entenderá que la invención no se limita a las modalidades descritas anteriormente y que se pueden realizar diversas modificaciones y mejoras sin apartarse de los conceptos descritos en la presente.

REIVINDICACIONES

1. El aparato de bombeo (1, 11, 21) que comprende un conjunto de bomba de material granular (2, 12, 22) y un distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63) que tiene un extremo de distribución (4, 14, 24, 49) para distribuir material granular, el conjunto de bomba de material granular (2, 12, 22) está configurado para bombear material granular a través del distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63) hacia el extremo de distribución (4, 14, 24, 49), en donde el distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63) comprende un conjunto de válvula que tiene una válvula (5, 15, 25, 35, 45, 60) configurado para abrirse para permitir que el material granular salga del distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63) en el extremo de distribución (4, 14, 24, 49) cuando una cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución (4, 14, 24, 49) excede un umbral, en donde el conjunto de bomba de material granular (2, 12, 22) comprende un alimentador de material granular (16, 26, 27, 73) para regular un flujo de material granular hacia el distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63) y un generador de flujo de gas (17, 28) para bombear el flujo de material granular a través del distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63), y en donde el conjunto de válvula comprende un respiradero (37, 47) configurado para ventilar el gas del flujo de material granular en el distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63) en una región de ventilación aguas arriba de la válvula (5, 15, 25, 35, 45, 60).
2. El aparato de bombeo (1, 11, 21) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aparato de bombeo (1, 11, 21) comprende además un extractor (38, 48) para extraer gas del flujo de material granular en el distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63) por medio del respiradero (5, 15, 25, 35, 45, 60).
3. El aparato de bombeo (1, 11, 21) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la válvula (5, 15, 25, 35, 45, 60) está configurada para abrirse cuando la cantidad de material granular en la región de ventilación excede un umbral.
4. El aparato de bombeo (1, 11, 21) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el alimentador de material granular (16, 26, 27, 73) es un alimentador discontinuo (27, 73) configurado para generar un flujo discontinuo de material granular en el distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63), por ejemplo, en donde el conjunto de bomba de material granular (2, 12, 22) está configurado para bombear volúmenes discretos de material granular a través del distribuidor (3) hacia el extremo de distribución (4, 14, 24, 49), los volúmenes discretos de material granular están separados entre sí dentro del distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63).
5. El aparato de bombeo (1, 11, 21) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el conjunto de bomba de material granular (2, 12, 22) comprende un primer y segundo alimentadores de material granular (26, 27, 72, 73), el primer alimentador de material granular (26, 72) es un alimentador continuo (26, 72) y el segundo alimentador de material granular (27, 73) es el alimentador discontinuo (27, 73), en donde el primer alimentador de material granular (26, 72) está configurado para alimentar material granular al segundo alimentador de material granular (27, 73).
6. El aparato de bombeo (1, 11, 21) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la válvula (5, 15, 25, 35, 45, 60) se desvía hacia una configuración cerrada en la que se restringe el paso de material granular a través de la misma, la válvula (5, 15, 25, 35, 45, 60) se configura para abrirse contra la desviación para permitir el paso de material granular a través de la misma cuando la cantidad de material granular bombeado hacia el extremo de distribución (4, 14, 24, 49) excede el umbral.
7. El aparato de bombeo (1, 11, 21) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la válvula (5, 15, 25, 35, 45, 60) comprende un tubo (46, 61) hecho de un material elástico, el tubo (46, 61) está desviado cerrado en un extremo aguas abajo (49, 62), por ejemplo, en donde el tubo (46, 61) está aplanado en el extremo aguas abajo (49, 62) en la configuración cerrada, opcionalmente en donde el material elástico es un material elastomérico tal como un caucho, más opcionalmente en donde el umbral está al menos en parte determinado por las dimensiones del tubo (46, 61) y/o las propiedades mecánicas del material elástico.
8. El aparato de bombeo (1, 11, 21) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el distribuidor (3, 13, 23, 33, 43, 63) comprenden de una manguera y una boquilla para distribuir el material granular, la boquilla está ubicada en el extremo de distribución (4, 14, 24, 49) y opcionalmente comprende el conjunto de válvula.
9. Un método que comprende usar el aparato de bombeo (1, 11, 21) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para bombear un material granular tal como un material refractario granular.

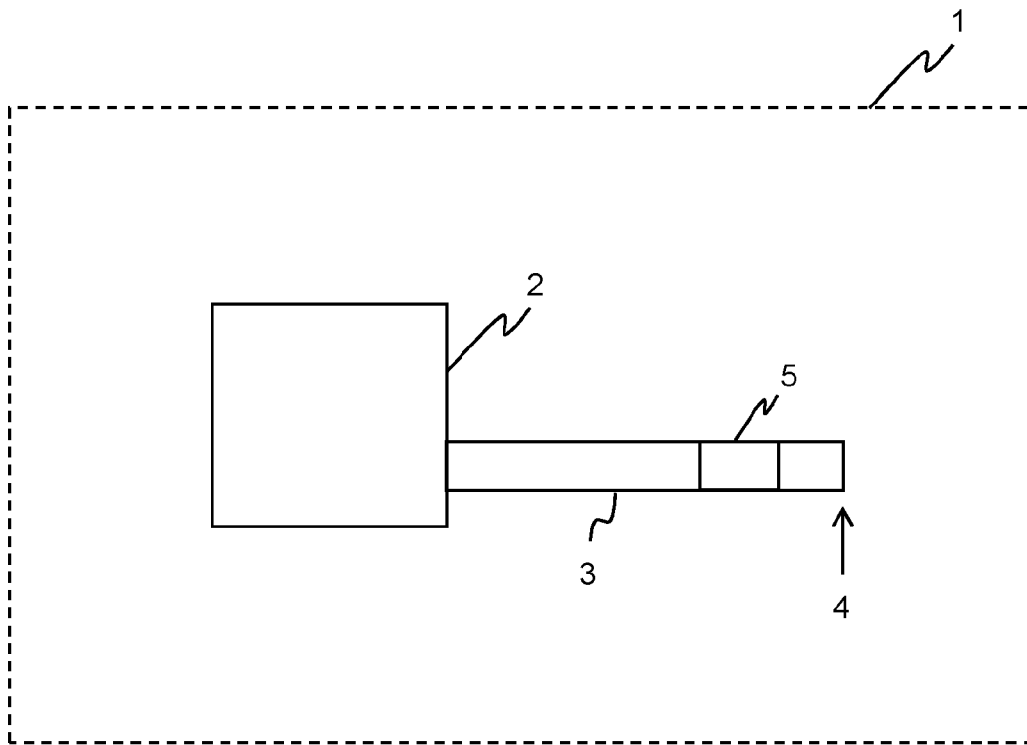


Fig. 1

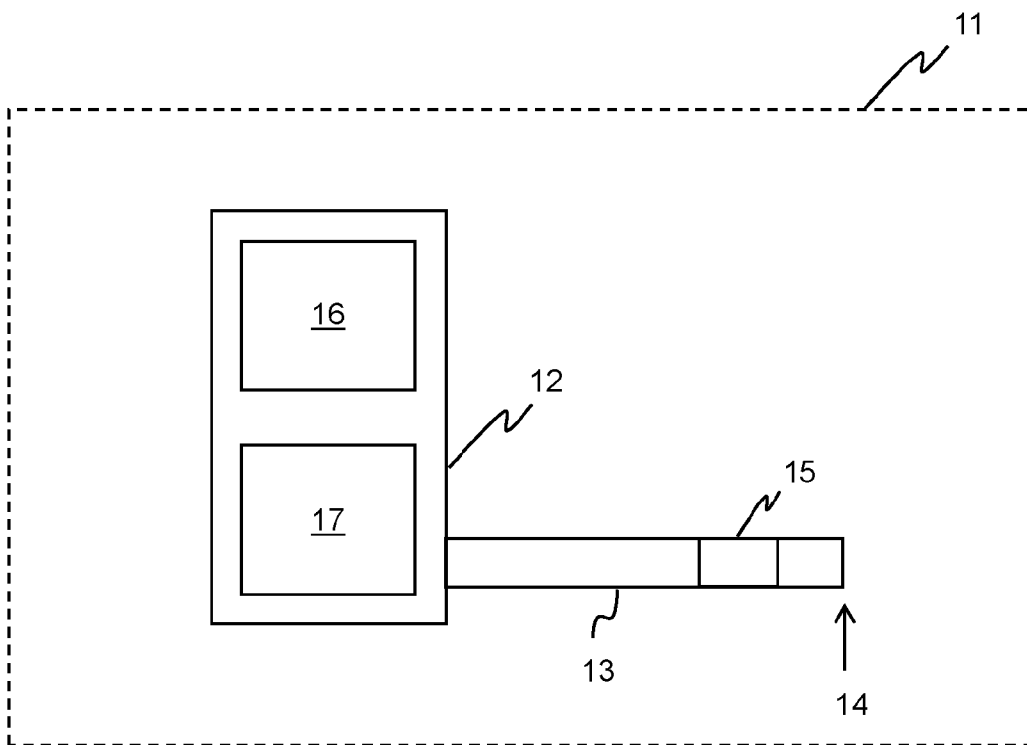


Fig. 2

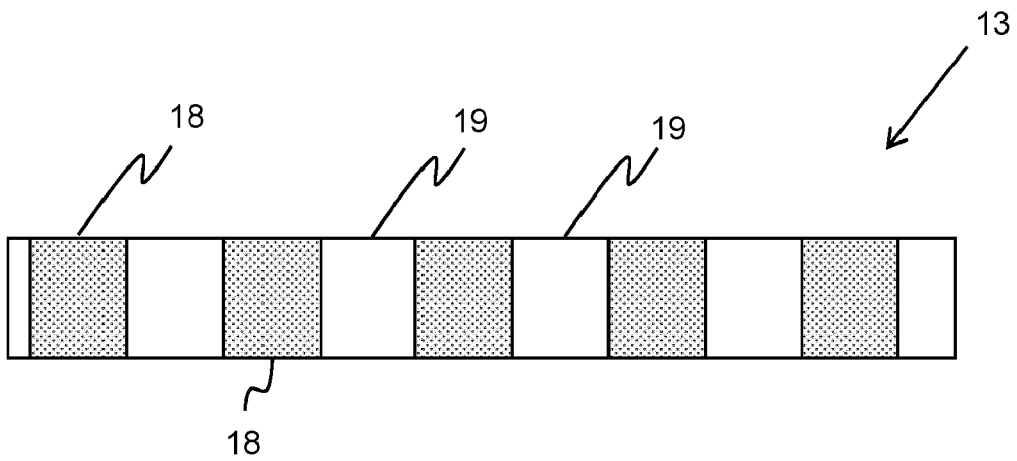


Fig. 3

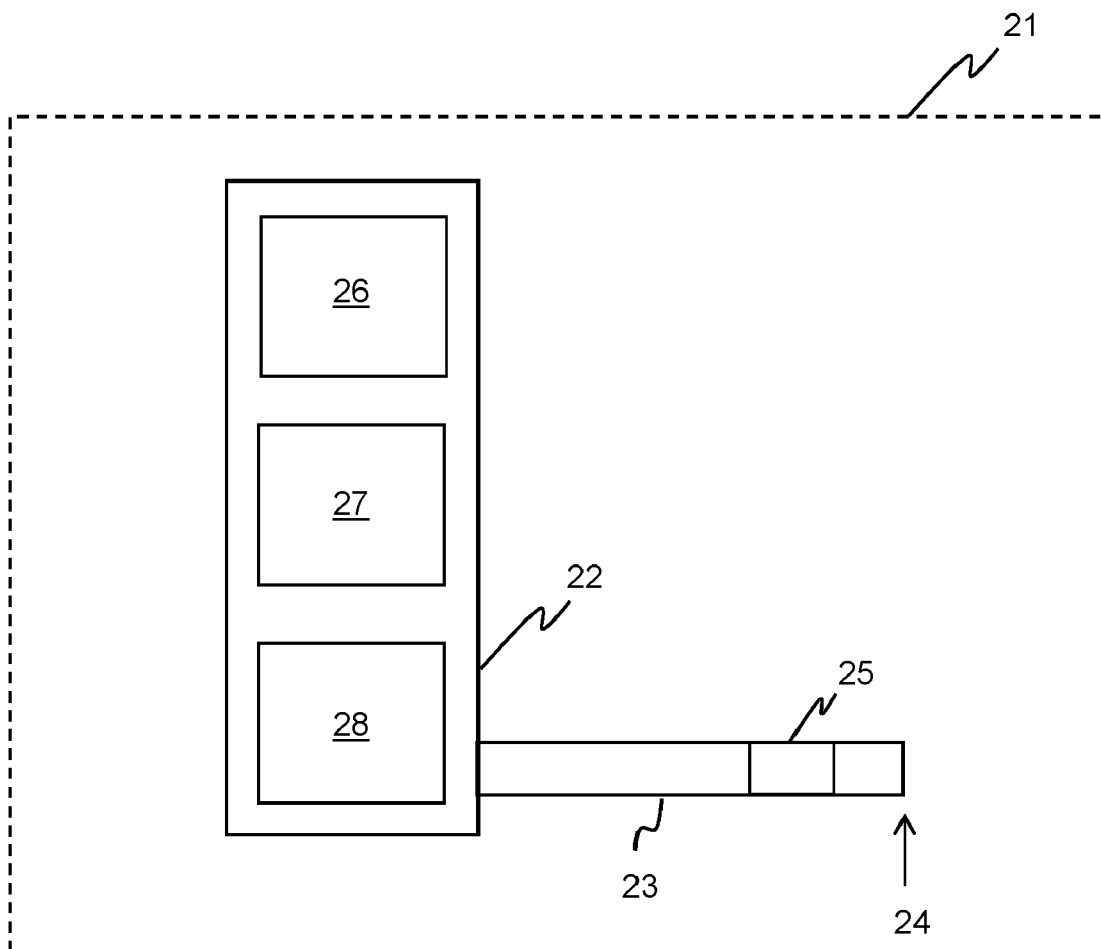


Fig. 4

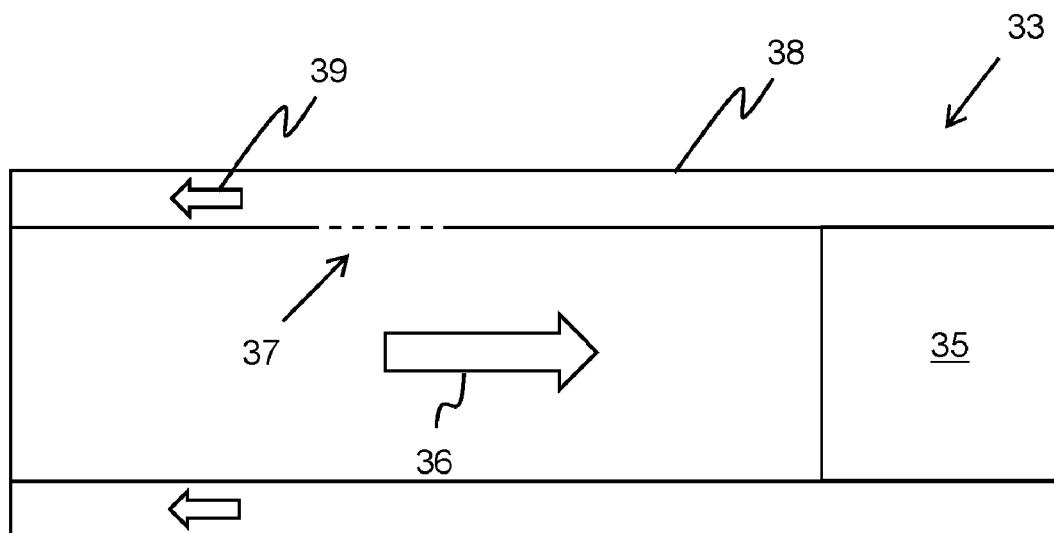


Fig. 5

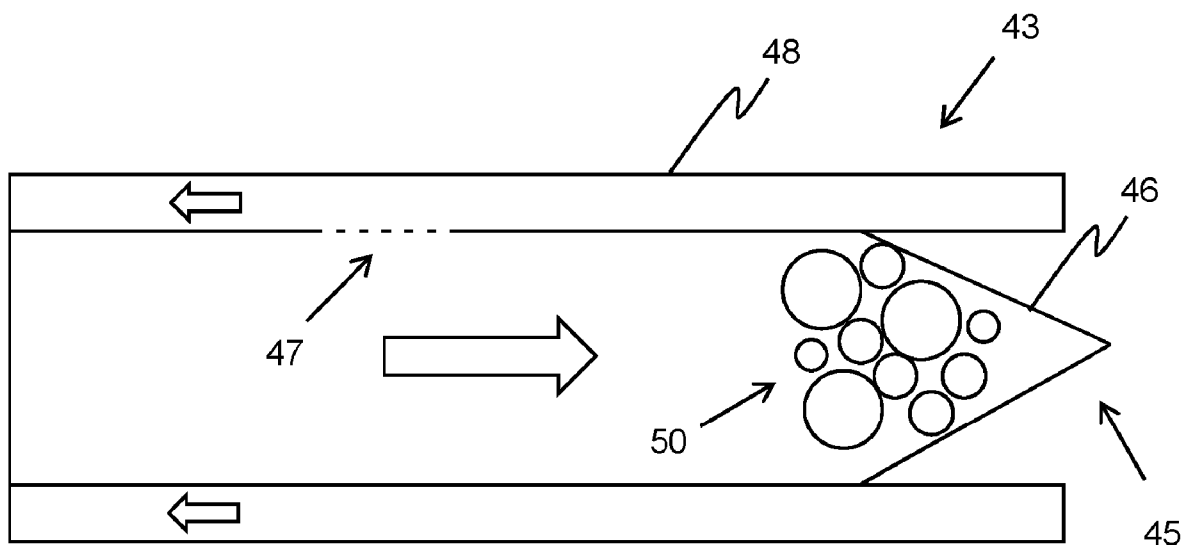


Fig. 6



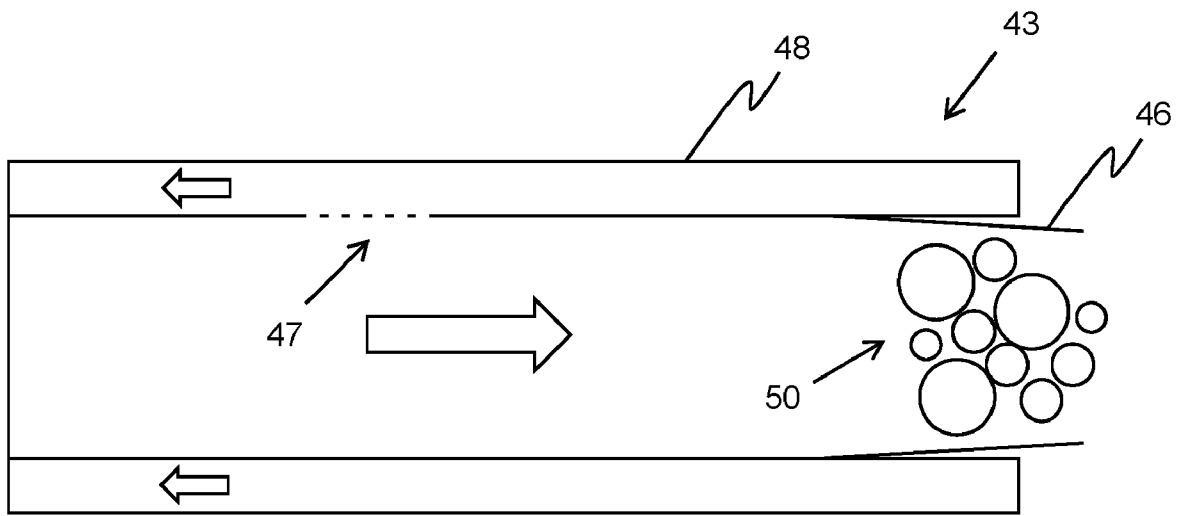


Fig. 7

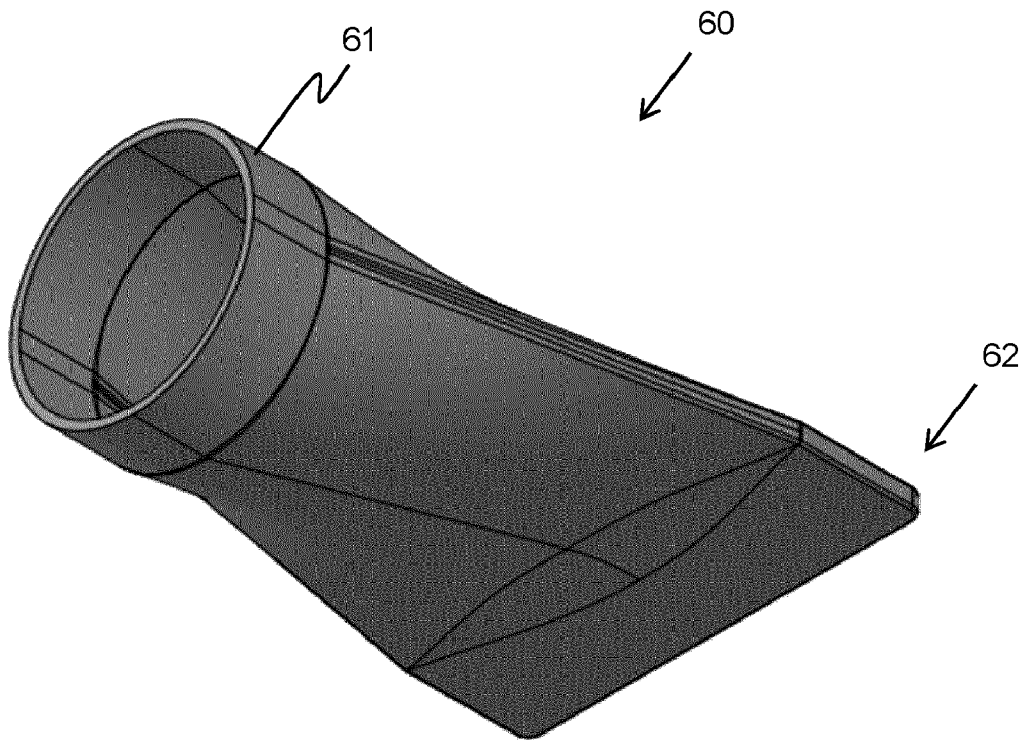
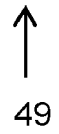


Fig. 8

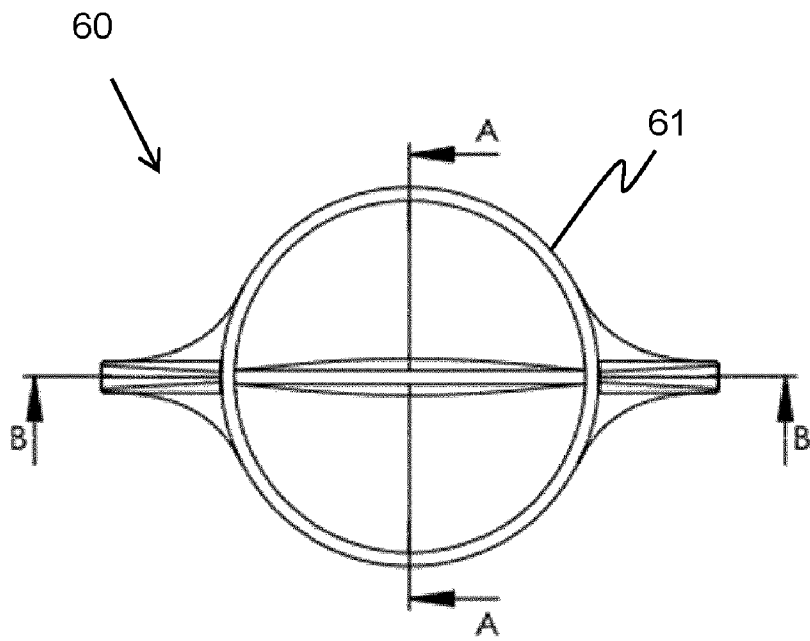


Fig. 9

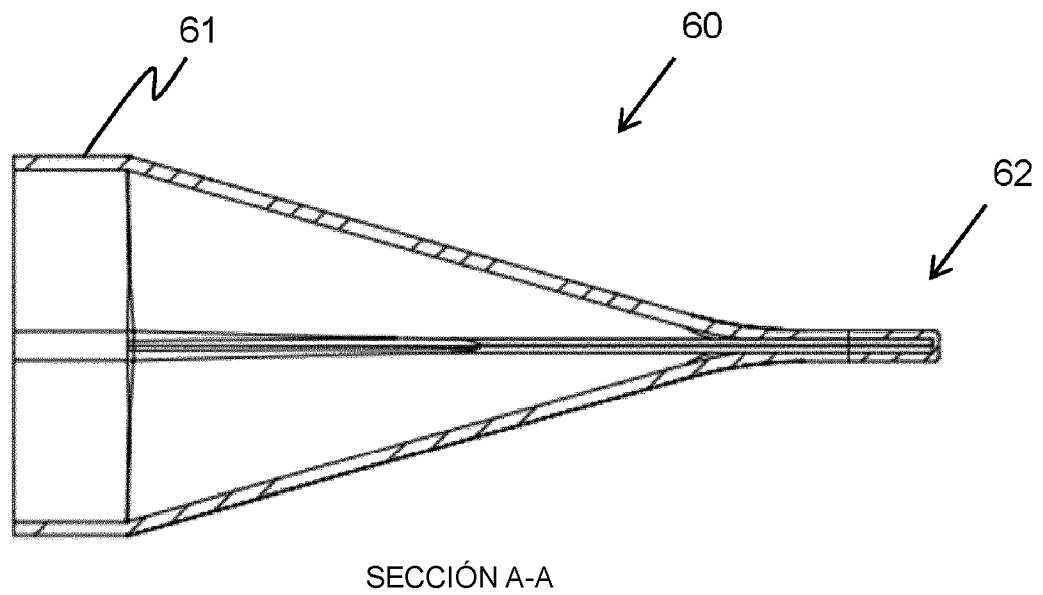


Fig. 10

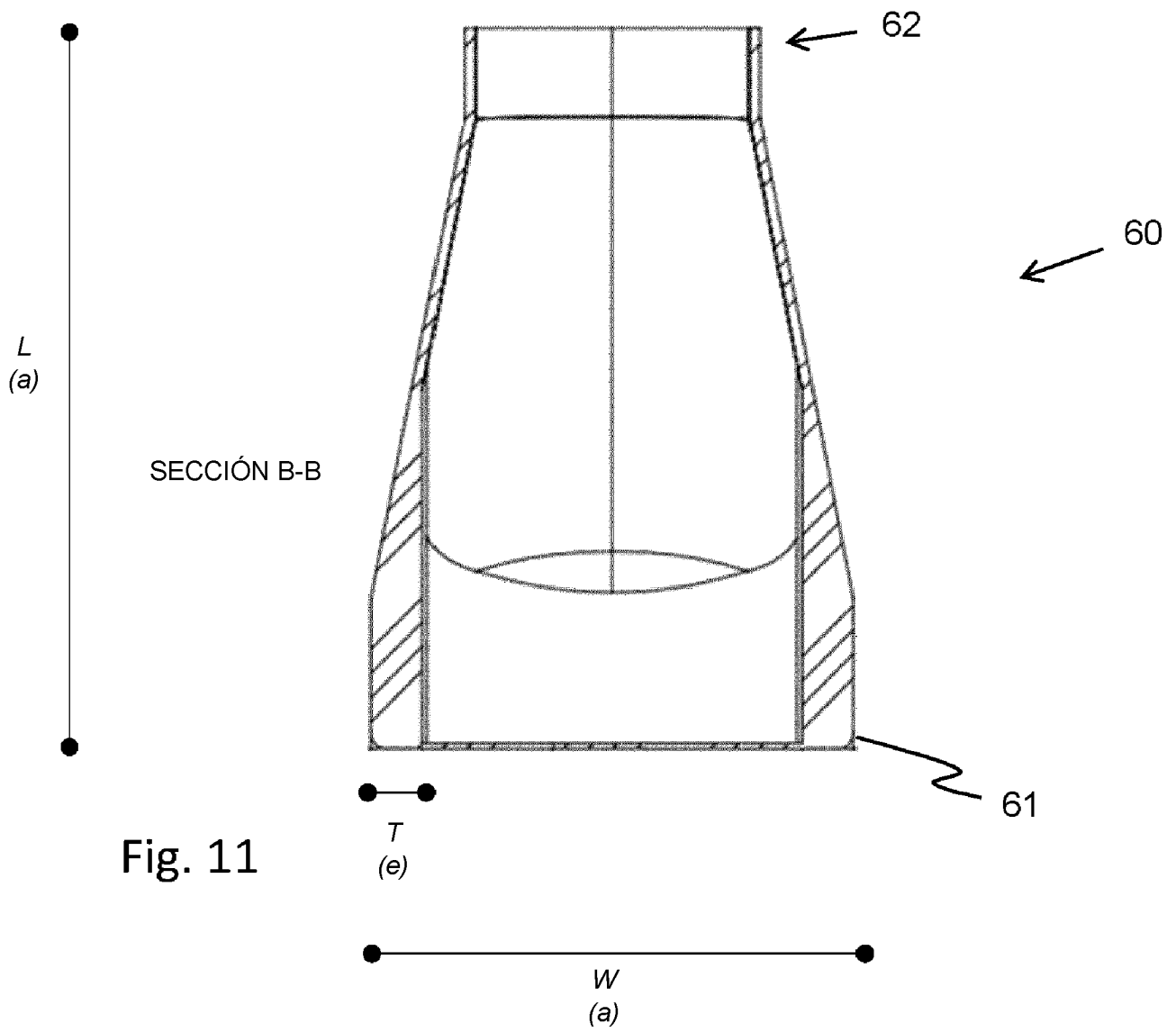


Fig. 11

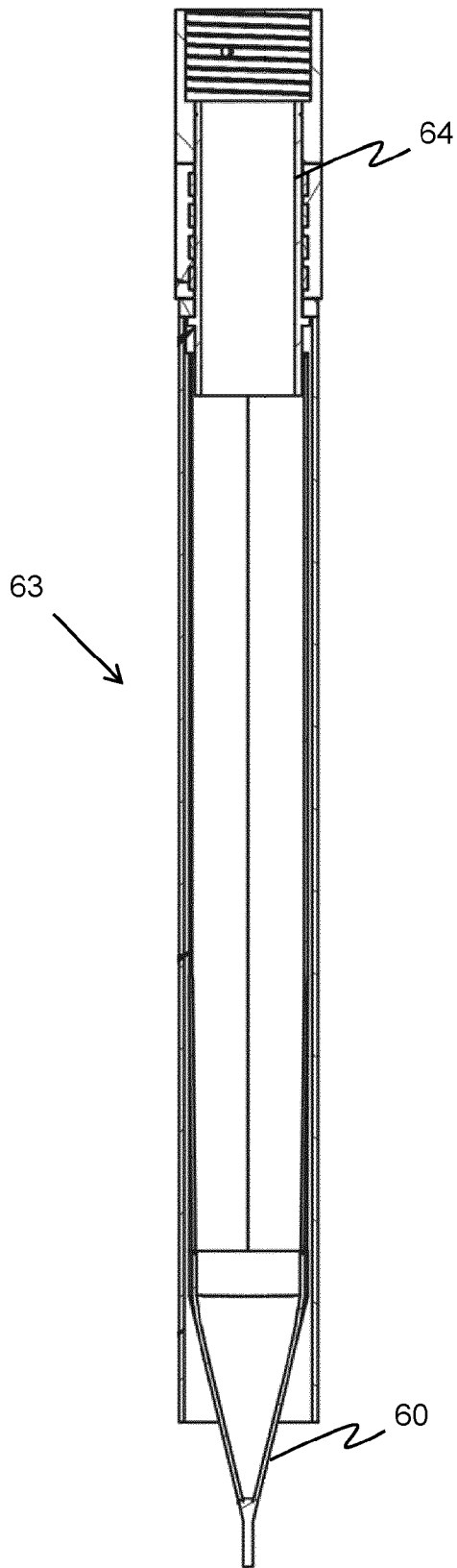


Fig. 12

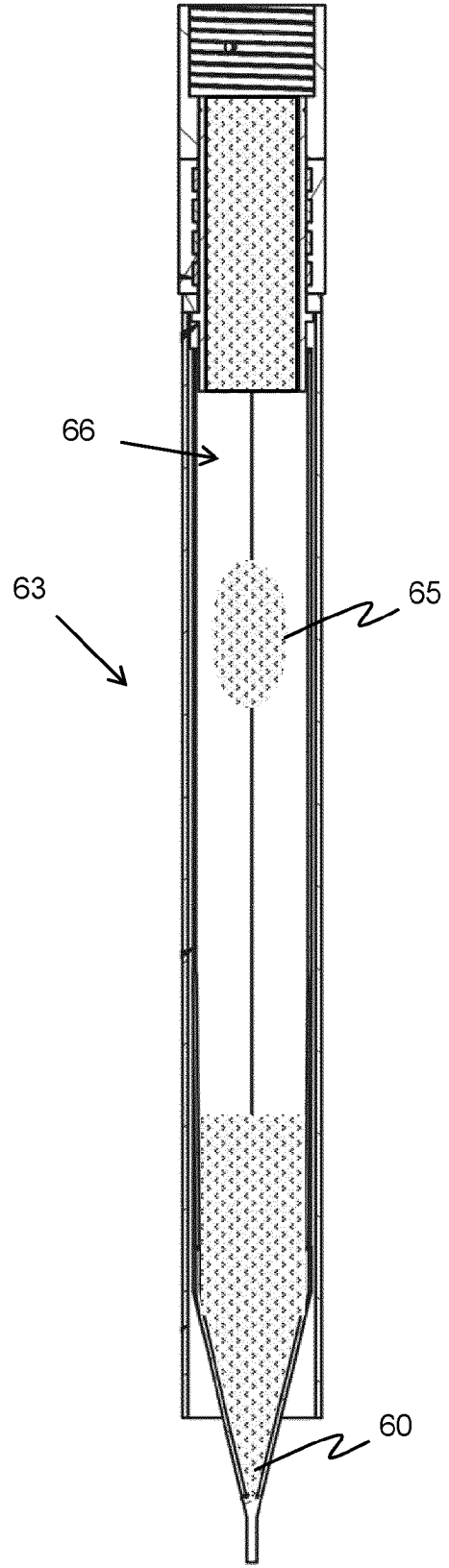


Fig. 13

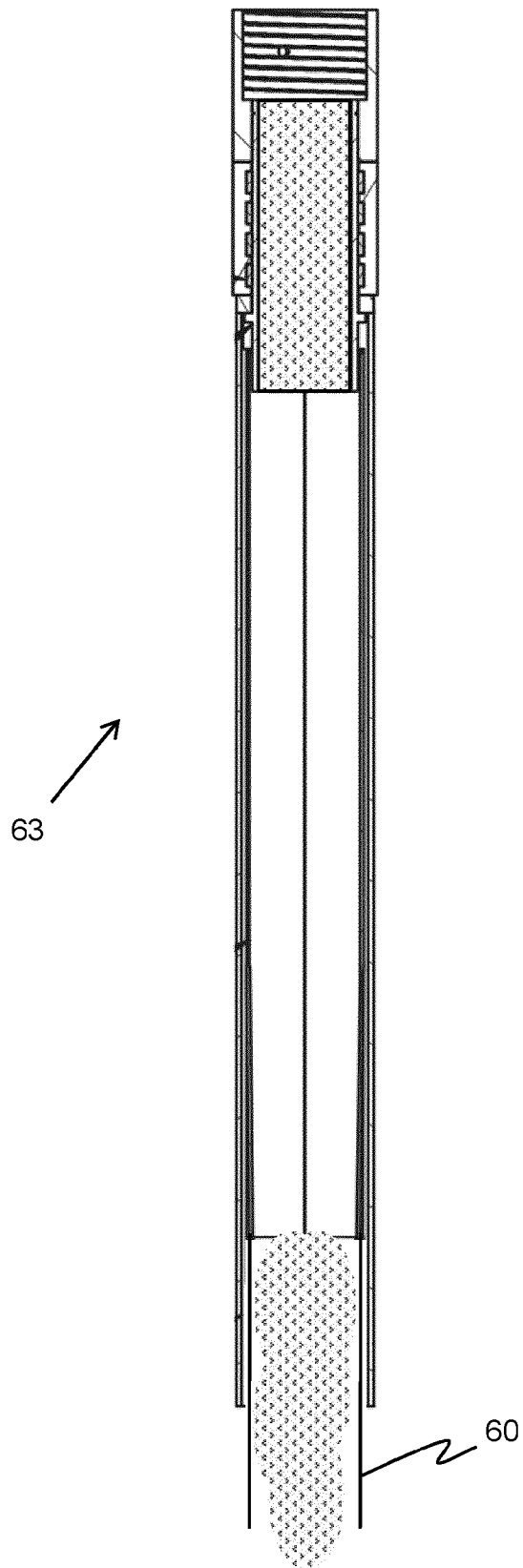


Fig. 14

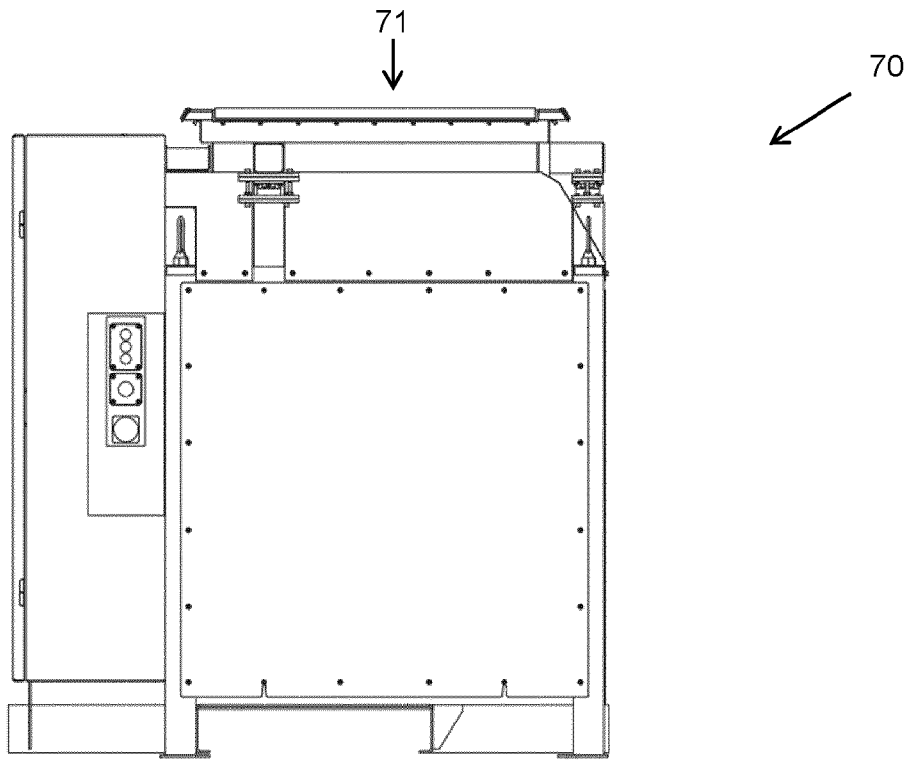


Fig. 15

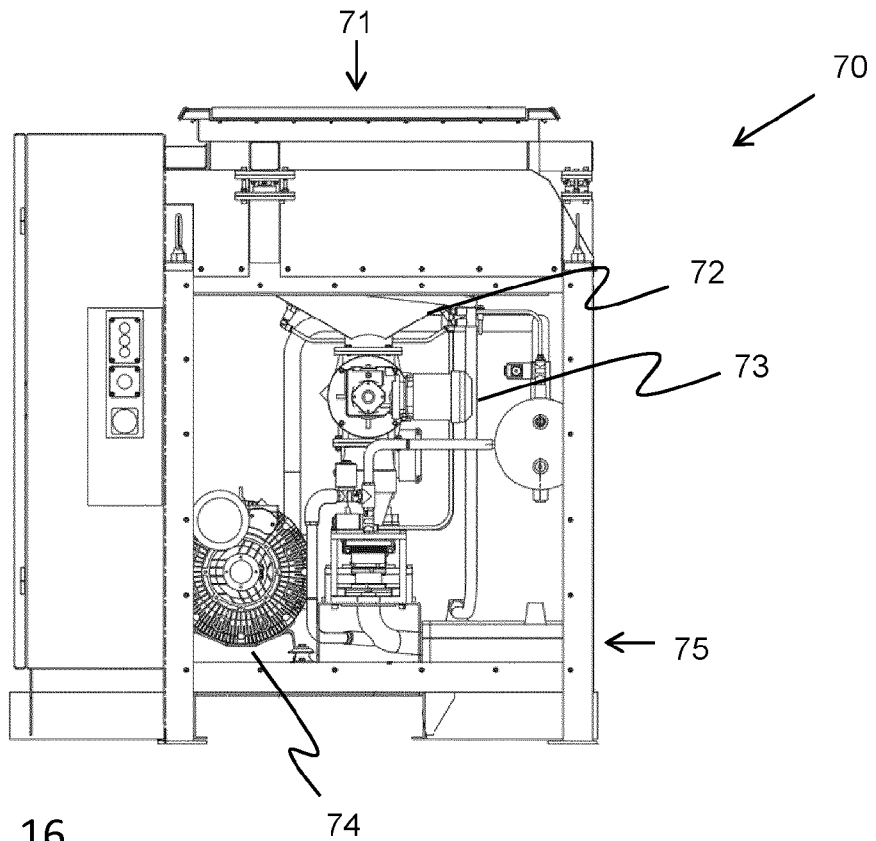


Fig. 16

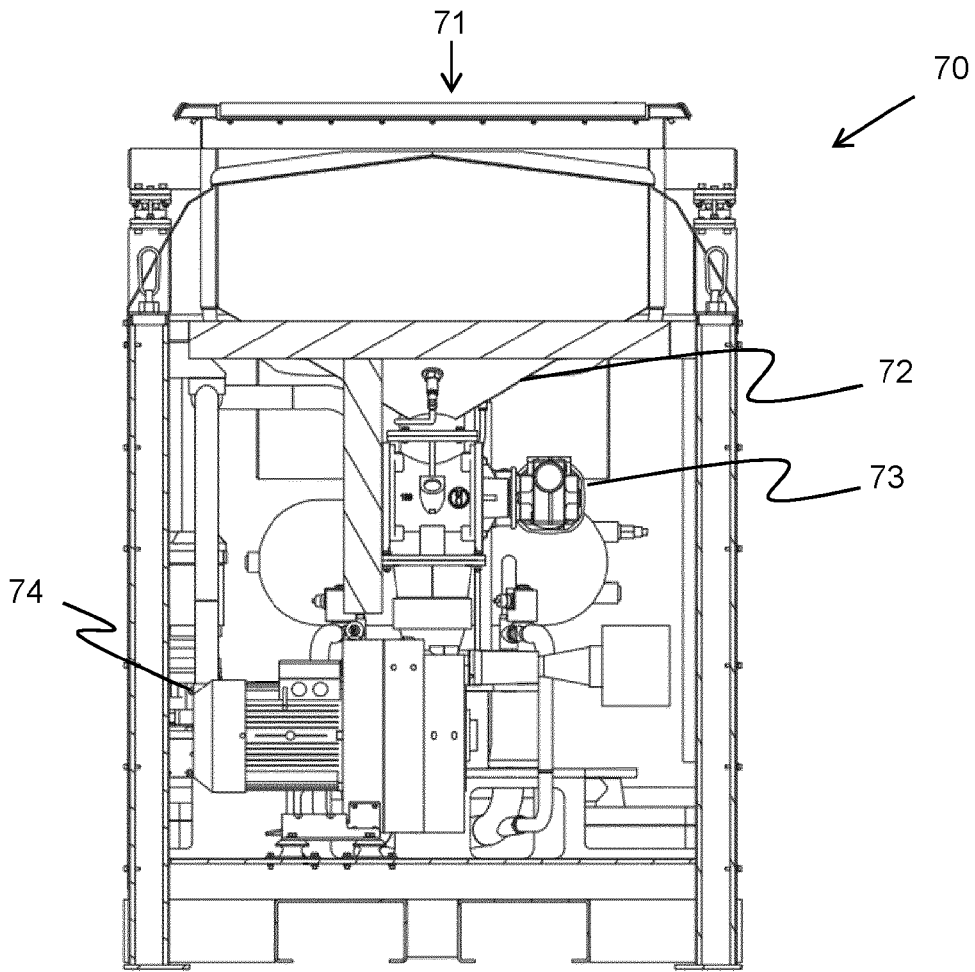


Fig. 17

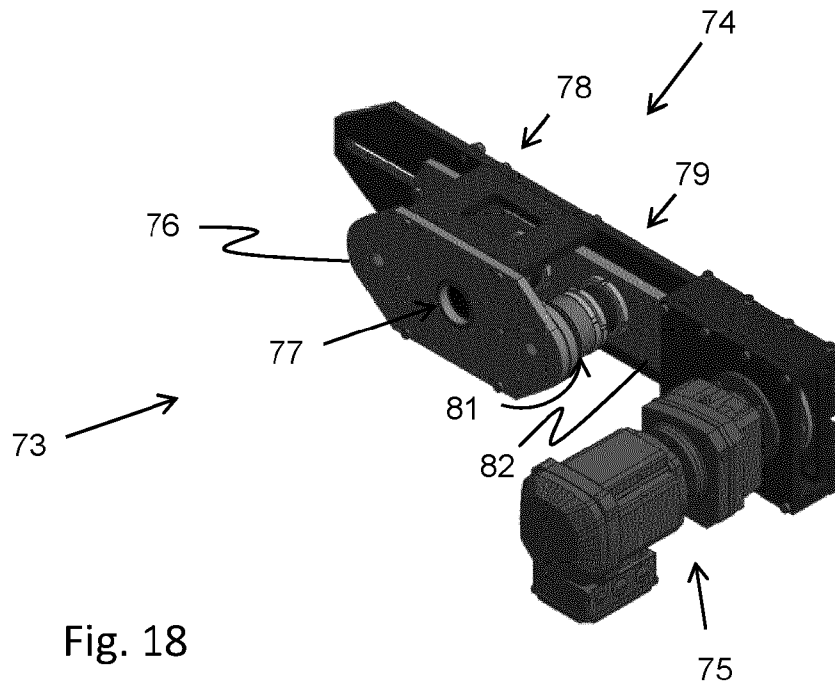


Fig. 18

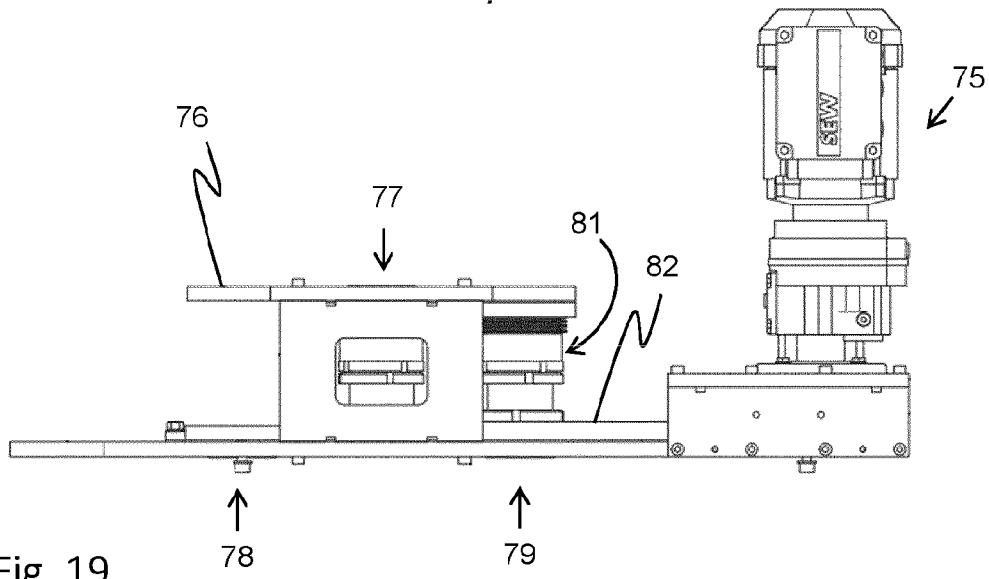


Fig. 19

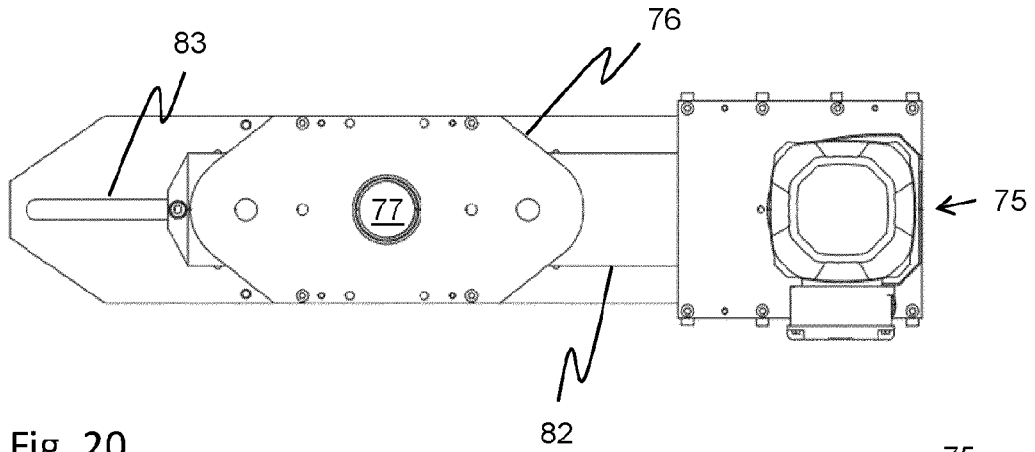


Fig. 20

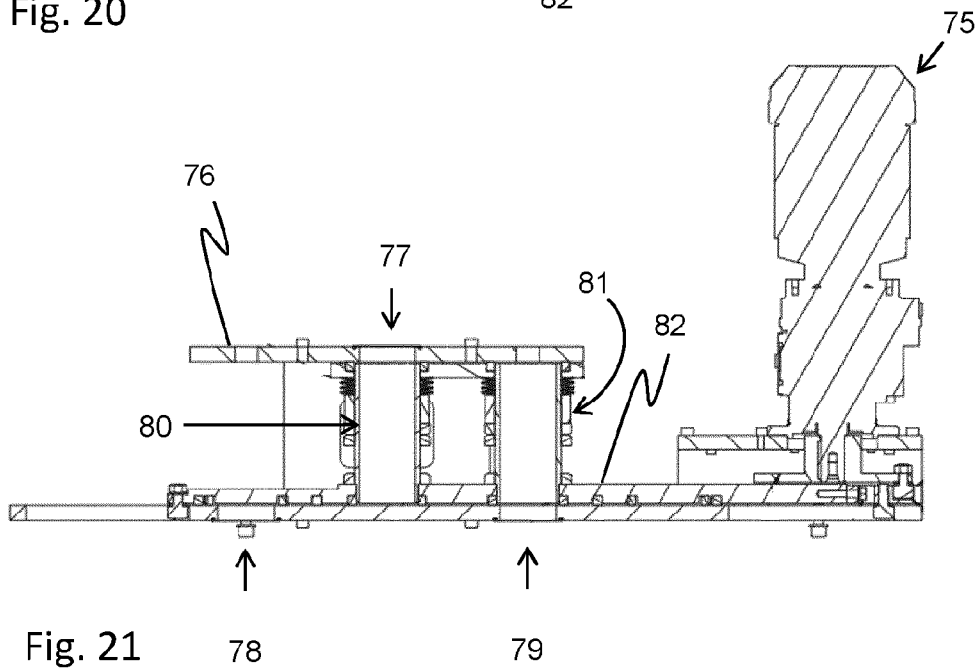


Fig. 21