

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 109**

51 Int. Cl.:

B02C 15/00 (2006.01)
B02C 23/02 (2006.01)
B02C 23/24 (2006.01)
B02C 23/26 (2006.01)
B02C 23/30 (2006.01)
B02C 23/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2021** **PCT/IB2021/053599**
87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2021** **WO21220227**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2021** **E 21728116 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024** **EP 4142948**

54 Título: **Aparato y procedimiento para moler material particulado**

30 Prioridad:

29.04.2020 PT 2020116315
29.04.2020 PT 2020116316
29.07.2020 EP 20188485

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.11.2024

73 Titular/es:

FIDETECHNOLOGY LDA (100.0%)
Rua das Hortas No 1
9050 - 024 Madeira, PT

72 Inventor/es:

FOUGNER, ANDERS y
JESPERSEN, MADS

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 985 109 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 y procedimiento para moler material particulado

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a un aparato de molino de rodillo vertical y al procedimiento de funcionamiento respectivo para moler material particulado, en particular, pero no necesariamente, minerales de minería, minerales y productos químicos industriales, arena, escoria, cenizas, arcilla, pigmentos para recubrimientos, productos farmacéuticos y producción de cemento y materias primas de cemento.

Técnica anterior

Los aparatos de molino de rodillo vertical se utilizan para moler diferentes tipos de materiales particulados como, por ejemplo, minerales de minería, minerales y productos químicos industriales, arena, escoria, ceniza, arcilla, pigmentos para revestimientos, productos farmacéuticos, piedra caliza, clinker de cemento, arena de escoria, hormigón viejo y, además, materiales de la industria de minerales, minera y otras. Estos materiales también se pueden denominar materiales granulares, materiales pulverulentos o materiales particulados; en general, materiales quebradizos, incluidos todo tipo de materiales granulares o particulados utilizados en la producción industrial y química o en la industria química o farmacéutica, en particular la producción de cemento o materias primas de cemento.

Los aparatos de molino de rodillo vertical tradicionales adolecen de una disposición de limitaciones.

Una limitación de los aparatos de molino vertical tradicionales conocidos es que el material en la zona de molienda solo puede estar delimitado por dos superficies, las superficies de moler, dejando los lados de la zona de molienda abiertos permitiendo, de este modo, que el material escape de la presión en la zona de molienda. Esto limita seriamente la anchura de molienda efectiva a una pequeña fracción de la anchura de la superficie de moler, lo que da como resultado tablas y rodillos de moler excesivamente anchos, pesados y caros y con una pobre eficiencia.

Además, en un molino de rodillo vertical tradicional, el material particulado se agrega en el centro de la tabla de moler y se transporta o fluye a través de la tabla hasta la superficie de moler y a las zonas de molienda gracias al giro de la tabla. A una cierta velocidad de giro, la mayor parte del material sale de la tabla sin pasar por las zonas de molienda debajo de los rodillos debido a la fuerza centrífuga creada por el giro de la tabla de moler. Esto limita la velocidad de funcionamiento y, con ello, la capacidad de moler del molino de rodillo vertical.

Con velocidades y fineza crecientes, el lecho de moler típicamente se vuelve menos estable debido a una disposición de factores, uno se cree que es debido al aire atrapado en el material y otro al suministro irregular del material a la zona de molienda. La inestabilidad limita la fineza que se puede lograr de manera económica en un molino de rodillo vertical tradicional.

La adición de agua al material puede aliviar hasta cierto punto la inestabilidad del lecho de moler. Sin embargo, la adición de agua no es deseable para muchos materiales, por ejemplo el cemento, ya que afecta a la calidad del producto. Además, la adición de agua aumenta los costes de funcionamiento.

En los molinos de rodillo vertical tradicionales, la inestabilidad del lecho de moler es la causa de vibraciones fuertes y potencialmente dañinas de los rodillos. Como los molinos suelen funcionar cerca de la velocidad límite para maximizar la capacidad, las vibraciones son frecuentes y, en muchas plantas, un problema.

Por ejemplo, el documento EP0112022A2 da a conocer un molino de rodillo vertical con una tabla de moler, rodillos y un separador para separar el material molido.

Como ejemplo adicional, el documento WO2013/143565A1 da a conocer un molino de rodillo vertical que resulta adecuado para la industria del cemento y la molienda de materias primas de cemento húmedas y que incluye un dispositivo de presecado para presecar el material húmedo.

El documento DE19651103, al que se refiere el preámbulo de la reivindicación 1, da a conocer un proceso de molienda con rodillos que conlleva triturar el material en un molino de rodillo vertical con una placa de molino que prevé una pista de triturado superior y por lo menos dos rodillos de triturado, suministrando el material al centro del plato y sacando el material molido por sus bordes. Se forma un lecho del material sobre la pista. El material se suministra a la pista en capas. La porción de grano fino forma una primera capa y la porción de grano grueso forma una segunda capa en el lecho encima de la primera capa. Se puede utilizar un tamiz para separar el material en estas porciones.

Estos aspectos se describen para ilustrar el problema técnico abordado por el presente documento.

Descripción general

La invención se define mediante un aparato y un procedimiento tal como se expone en las reivindicaciones 1 y 13, respectivamente.

La presente divulgación se refiere a un aparato de molino de rodillo vertical para moler material particulado y al procedimiento respectivo. Un aspecto de la presente divulgación comprende:

un molino de rodillo vertical para moler el material particulado, que comprende una tabla de moler que prevé un eje y, uno o más, rodillos de moler, estando cada uno de los mismos provisto de un eje de giro y dispuesto para definir zonas de molienda entre dicha tabla de moler y cada uno de dichos rodillos, y

un alimentador, que comprende medios de transporte, ya sean individuales o una disposición de dispositivos unidos, para cada rodillo, preferentemente a medios de transporte mecánicos, para transportar material particulado al molino de rodillo vertical y que prevé un extremo proximal y un extremo distal con respecto al molino de rodillo vertical, estando dispuesto dicho molino de rodillo vertical en el extremo proximal de los medios de transporte.

En los objetivos de la presente divulgación Se incluye eliminar por lo menos algunas de las limitaciones de los aparatos de molino de rodillo vertical conocidos para moler material particulado, proporcionar una solución de coste efectivo que produzca un mayor rendimiento y capacidad, reducir la necesidad de agregar agua para la estabilización del lecho de moler de manera que permita una molienda más fina que la económicamente posible con los molinos de rodillo vertical conocidos, así como la reducción de las vibraciones.

Se describe un aparato para moler material particulado, en particular para la producción de cemento, que comprende:

un molino de rodillo vertical para moler el material particulado y que comprende una tabla de moler y un rodillo de moler con un eje de giro, proporcionando cada tabla y rodillo una superficie de moler y estando dispuestos para definir una zona de molienda entre las superficies de moler del rodillo de moler y de la tabla de moler; y

un alimentador para suministrar el material particulado al molino de rodillo vertical; en el que el rodillo de moler está dispuesto para rodar sobre el material particulado sobre un recorrido de molienda en dicha tabla de moler; y el alimentador está dispuesto para recibir un suministro del material particulado y para dirigir un flujo de dicho material a la zona de molienda del molino de rodillo vertical, en particular a una velocidad en relación con el eje del rodillo de moler de por lo menos 0.3 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler o por lo menos 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 2.0, 3.0 o 4.0 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler.

El aparato para moler material particulado puede ser una máquina de moler o un molino de mineral de minería; un molinillo industrial; un molinillo o molino de minerales; un molinillo de materiales químicos; una máquina de moler arena, escoria, ceniza o arcilla; una máquina de moler pigmentos; una máquina de moler para su uso en la producción de recubrimientos, productos farmacéuticos o cemento.

El alimentador puede estar dispuesto para limitar sustancialmente el flujo de material que se dirige a la zona de molienda en una sección transversal definida predeterminada.

El alimentador puede estar dispuesto para dirigir el flujo de material aplicando un impulso, o empujando, o aplicando un impulso y empujando, el material hacia la zona de molienda.

El alimentador puede estar dispuesto para compactar el flujo de material antes de dirigir el material a la zona de molienda.

El alimentador puede estar dispuesto para dirigir el flujo de material a la zona de molienda en un ángulo sustancialmente tangencial al recorrido de molienda.

El alimentador puede estar dispuesto para dirigir el flujo de material hacia la zona de molienda sustancialmente a la misma velocidad que la velocidad tangencial del rodillo de moler en la zona de molienda.

El alimentador puede comprender una bandeja guía que es adyacente y sustancialmente paralela al flujo de material, o adyacente y tangencial al flujo de material, siendo en particular la bandeja guía una bandeja curva.

El alimentador puede estar dispuesto para dirigir el flujo de material hacia la zona de molienda en un ángulo con respecto a un plano definido por la superficie de moler de la tabla de moler, donde el ángulo es mayor que cero y menor o igual a 30°, en particular mayor que cero y menor o igual a 15°, más en particular mayor que cero y menor o igual a 10°, en particular mayor que cero y menor o igual a 5°.

El aparato puede comprender:

5 uno o más rodillos de moler adicionales; cada uno con un eje de giro y una superficie de moler, y que están dispuestos para definir una zona de molienda respectiva entre la superficie de moler del rodillo de moler y de la tabla de moler;

10 estando uno o más rodillos de moler adicionales dispuestos para rodar sobre el material particulado en uno o más recorridos de molienda adicionales en dicha tabla de moler.

El aparato puede comprender:

15 uno o más alimentadores adicionales para suministrar el material particulado al molino de rodillo vertical; en el que uno o más alimentadores adicionales están cada uno de ellos dispuestos para recibir un suministro del material particulado y para dirigir un flujo de ese material a la zona de molienda respectiva de un rodillo de moler.

20 El alimentador puede comprender por lo menos una cinta transportadora que comprende por lo menos dos poleas y una cinta que se extiende alrededor de dichas poleas.

El alimentador puede comprender dos tramos de cinta dispuestos uno frente al otro con respecto al material particulado, para constreñir el material particulado entre los dos tramos de cinta.

25 Los dos tramos opuestos de la cinta pueden formar un embudo con una abertura para recibir el material particulado, presentando el embudo un ángulo de apertura de por lo menos 0.5, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 o 70 grados entre los tramos de la cinta que forman el embudo.

30 El alimentador puede comprender por lo menos un tambor de deflexión que desvía un primer tramo de cinta hacia un segundo tramo entre dos poleas para proporcionar al primer tramo una forma curva.

El tambor de deflexión puede presentar en la superficie periférica una pluralidad de orificios, en particular orificios ciegos.

35 El tambor de deflexión puede comprender una pluralidad de ruedas espaciadas que se ensamblan a la cinta.

El tambor de deflexión puede comprender varios salientes.

40 El alimentador puede comprender por lo menos un transportador de tornillo que comprende una pala de tornillo helicoidal giratoria.

El alimentador puede comprender por lo menos un alimentador por gravedad estacionario como por ejemplo un tubo, un canal o una placa.

45 El alimentador puede comprender una disposición de subalimentadores unidos y dispuestos para formar un flujo combinado de material y para dirigir el flujo a la zona de molienda del molino de rodillo vertical.

La tabla de moler y los rodillos de moler del molino de rodillo vertical se pueden accionar mediante motores independientes.

50 El uno o más de los alimentadores, rodillos de moler o tabla de moler pueden comprender mecanismos de accionamiento independientes que pueden funcionar de manera independiente de los demás, incluyendo que el alimentador o los alimentadores pueden funcionar de manera independiente de la tabla del molino de rodillo vertical o el rodillo o los rodillos del molino vertical pueden funcionar de manera independiente de la tabla del molino vertical; o el alimentador o alimentadores, la tabla del molino y el rodillo o rodillos pueden funcionar de manera independiente.

La tabla de moler y los rodillos de moler del molino de rodillo vertical pueden estar durante el funcionamiento, fijos entre sí, excepto para el giro a una distancia regulable predeterminada, creando así una zona de molienda fija.

60 El aparato se puede configurar para que funcione a una velocidad que proporcione a la superficie de moler del rodillo de moler una velocidad tangencial de por lo menos 2 m/s o por lo menos 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 22 o 25 m/s.

65 El molino de rodillo vertical puede comprender un dispositivo interior de soporte de la zona de molienda que se extiende axialmente, alejándose de la tabla de moler, más allá de la superficie de moler de la tabla de moler, siendo sustancialmente concéntrico con el eje de giro de la tabla de moler y con un diámetro exterior igual a entre 0.8 a

1.0 veces el diámetro interior de la superficie de moler de la tabla de moler.

El molino de rodillo vertical puede comprender por lo menos un dispositivo exterior de soporte de la zona de molienda que se extiende radialmente más allá de la superficie de moler del rodillo de moler, con una superficie orientada hacia la tabla de moler y estando dicha superficie ubicada axialmente a una distancia del eje de giro de la tabla de moler de entre 1.0 a 1.1 veces el radio exterior de la superficie de moler de la tabla de moler medida en un plano coincidente con la superficie de moler de la tabla de moler y perpendicular al eje de giro de la tabla de moler, de manera que la superficie del dispositivo exterior de soporte de la zona de molienda orientada hacia la tabla de moler proporcione soporte lateral para el flujo de material en la zona de molienda y así reducir el derrame lateral de material.

También se describe un procedimiento para moler material particulado, en particular un procedimiento para manejar cualquiera de los aparatos descritos, que comprende las etapas de:

recibir un suministro de material particulado;

formar un flujo de material particulado;

usar un alimentador para dirigir el flujo de material particulado a una zona de molienda de un molino de rodillo vertical que comprende una tabla de moler y un rodillo de moler con un eje de giro, estando cada tabla y rodillo provisto de una superficie de moler y dispuestos para definir dicha zona de molienda entre las superficies de moler del rodillo de moler y de la tabla de moler, estando dispuesto el rodillo de moler de modo que ruede sobre el material particulado en un recorrido de molienda en dicha tabla de moler, en particular a una velocidad en relación con el eje del rodillo de moler de por lo menos 0.3 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler o por lo menos 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 2.0, 3.0 o 4.0 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler; y

moler el material particulado en el molino de rodillo vertical.

El material particulado se puede dirigir a la zona de molienda del molino de rodillo vertical en una dirección sustancialmente recta, es decir, sin un cambio direccional sustancial entre el alimentador y la zona de molienda distinto del causado por la gravedad.

El procedimiento puede comprender compactar el flujo de material ejerciendo un cambio de dirección mediante la aplicación de una fuerza centrífuga.

El material particulado se puede dirigir a la zona de molienda a una velocidad en relación con el eje del rodillo de por lo menos 0.6 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler o por lo menos 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 o 2.0 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler en relación con la tabla de moler.

El procedimiento puede comprender proporcionar un flujo de aire sustancialmente paralelo y en contacto con el flujo del material que se transfiere y caracterizado por que el flujo de aire presenta una velocidad entre 0.5 y 3 veces la velocidad del flujo de material particulado, como por ejemplo por lo menos 0.5 veces la velocidad del material o por lo menos 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4 o 2.0 veces la velocidad del material.

La formación de un flujo de material particulado puede comprender combinar varios flujos de material para proporcionar un flujo de material común.

El procedimiento puede comprender soportar el material particulado en la zona de molienda por lo menos en un lado de la zona de molienda para reducir el escape de material particulado del volumen entre las superficies de moler.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras siguientes proporcionan formas de realización preferidas para ilustrar la divulgación y no se deben considerar limitativas del alcance de la misma. Las figuras 1A a 1N muestran algunas formas de llevar a cabo lo que se deberá entender como molino de rodillo vertical en el contexto de la presente divulgación. Cada una de las figuras 2 a 14 muestra una forma de realizar la presente divulgación o una parte específica de la misma.

La figura 0x es una representación en sección transversal de un molino de rodillo vertical ya conocido.

La figura 0A muestra el perfil de presión en la zona de molienda de molinos de rodillo vertical conocidos.

La figura 0B muestra el perfil de presión en la zona de molienda de molinos de rodillo vertical en un aparato según la divulgación.

La figura 1A es una representación esquemática de una forma de realización de un rodillo vertical.

La figura 1Bx es una representación en sección transversal de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1C es una representación esquemática de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1Dx es una representación en sección transversal de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1Ex es una representación en sección transversal de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1Fx es una representación en sección transversal de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1G es una representación esquemática de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1Hx es una representación en sección transversal de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1I es una representación esquemática de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1J es una representación esquemática de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1Kx es una representación en sección transversal de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1Lx es una representación en sección transversal de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 1Mx es una representación en sección transversal de otra forma de realización de un rodillo vertical.

La figura 1N es una representación esquemática de otra forma de realización de un molino de rodillo vertical.

La figura 2 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una primera forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador comprende una única cinta transportadora, y se transfiere el material particulado mediante el alimentador por el aire libre al molino de rodillo vertical.

La figura 2A es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una variación de la forma de realización que se muestra en la figura 2 y difiere de la misma en que el alimentador comprende una disposición de dos cintas transportadoras unidas para formar el alimentador.

La figura 3 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una segunda forma de realización de un aparato según la divulgación que es una modificación de la primera forma de realización anterior y en la que el material en el primer tramo de la cinta transportadora está constreñido por una placa guía de transporte, y el material particulado se transfiere al molino de rodillo vertical soportado por una placa guía inferior proximal.

La figura 4 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una tercera forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador comprende una cinta transportadora y una guía de aire a través de la cual un flujo de aire está en contacto con el flujo de material durante la transferencia del material al molino de rodillo vertical.

La figura 5 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una cuarta forma de realización de un aparato según la divulgación en el que la transferencia del material desde el alimentador al molino de rodillo vertical está en contacto con un flujo de aire suministrado por boquillas.

La figura 6 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una quinta forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador comprende dos cintas transportadoras dispuestas de manera opuesta.

La figura 7 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una sexta forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador es un transportador de tornillo y el material

particulado se transfiere a través de aire libre al molino de rodillo vertical.

La figura 7A es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una variación de la sexta forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador comprende dos transportadores de tornillo.

La figura 8 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una séptima forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador es un transportador de tornillo y el material particulado se transfiere al molino de rodillo vertical en contacto con un flujo de aire suministrado a través de una guía de aire.

La figura 9 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una octava forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador comprende, mediante una primera forma de realización, una cinta transportadora en combinación con un tambor de deflexión.

La figura 9A es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de la transferencia de material entre el alimentador y el molino de rodillo vertical soportado por placas guía proximales.

La figura 9B es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de la transferencia de material entre el alimentador y el molino de rodillo vertical en contacto con un flujo de aire suministrado por boquillas.

La figura 9C es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de la transferencia de material entre el alimentador y el molino de rodillo vertical en contacto con un flujo de aire que fluye en una guía de aire.

La figura 10B es una representación esquemática de una implementación del tambor de deflexión con orificios ciegos con una forma distinta a la rectangular en la superficie periférica.

La figura 10C es una representación esquemática de una implementación del tambor de deflexión que comprende dos ruedas.

La figura 10D es una representación esquemática de una implementación del tambor de deflexión que comprende barras entre las dos ruedas para ensamblar el material.

La figura 10E es una representación esquemática de una implementación del tambor de deflexión que comprende protuberancias para ensamblar el material.

La figura 11 es una representación esquemática y una vista parcial seccionada de una décima forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador comprende, mediante una tercera forma de realización, una cinta transportadora en combinación con un tambor de deflexión, estando dicho tambor de deflexión dispuesto como dos ruedas separadas entre sí, y un flujo de aire está en contacto con el material por el alimentador y durante la transferencia del material al molino de rodillo vertical.

La figura 12 es una representación esquemática de una forma de realización de un molino de rodillo vertical en el que los dispositivos de soporte de la zona de molienda interior y exterior proporcionan soporte a los lados del material en la zona de molienda.

La figura 12x es una vista en sección transversal del molino de rodillo vertical representado en la figura 12.

La figura 13 es una representación esquemática de una undécima forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador comprende un dispositivo estacionario con una superficie cóncava.

La figura 14 es una representación esquemática de una duodécima forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el alimentador comprende un dispositivo estacionario con una superficie cóncava en la parte inferior.

La figura 15 es una representación esquemática de una decimotercera forma de realización de un aparato según la divulgación en el que el molino de rodillo vertical está dispuesto para recibir un flujo de material verticalmente hacia abajo desde el alimentador directamente a la zona de molienda.

La figura 16 es una representación esquemática de una decimocuarta forma de realización de un aparato según la divulgación en el que una primera cinta transportadora y una segunda cinta transportadora forman un embudo.

Descripción detallada

El objetivo de la presente divulgación es eliminar por lo menos algunas de las limitaciones de los molinos de rodillo

vertical conocidos para moler material particulado, proporcionar una solución económica que produzca un mayor rendimiento y capacidad, reducir la necesidad de agregar agua para la estabilización del lecho de moler, permitir una molienda más fina de lo que es económicamente posible con los molinos de rodillo vertical conocidos y reducir las vibraciones.

La figura 0x representa un molino de rodillo vertical tradicional que comprende una tabla de moler C0 y uno o más rodillos de moler A0 (solo se muestra uno) que giran alrededor de los ejes D0 y E0 respectivamente y forman una zona de molienda B0 entre las superficies de moler F0, G0 respectivas. Los rodillos de moler se pueden mover acercándose y alejándose de la tabla de moler y la presión de molienda en la zona de molienda se regula aplicando una fuerza al rodillo de moler y permitiendo que el rodillo se mueva de acuerdo con la cantidad de alimentación a la zona de molienda.

El molino de rodillo vertical tradicional comprende además un anillo de retención circunferencial Q0. La altura de dicho anillo de retención Q0 regula el nivel del material que entra a la zona de molienda B0 y, a efectos prácticos, no es posible el funcionamiento sin anillo de retención. Después de pasar la zona de molienda, el material fluye sobre el anillo de retención y es apartado. Asimismo, el material de alimentación sobrante delante de la zona de molienda fluye sobre el anillo de retención y es apartado.

La alimentación de material U0 se suministra centralmente a la tabla de moler C0 a través del tubo R0 y fluye a través de la tabla de moler, ayudada por el giro de la tabla, en la superficie de moler y en la zona de molienda debajo del rodillo de moler.

Los lados S0, T0 de la zona de molienda B0 están abiertos y, por lo tanto, puede escapar material hacia los lados desde la zona de molienda B0. El resultado del material que se escapa de la zona de molienda es que solo existe presión suficiente para provocar la molienda del material particulado en una parte limitada de la anchura de la zona de molienda. En la figura 0A se muestra un perfil típico de presión radial a través de la zona de molienda. El perfil de presión muestra un pico de alta presión de anchura limitada. La molienda se lleva a cabo en el área del pico de alta presión.

Debido a la curvatura de la tabla de moler C0 y a la posible interferencia con el rodillo de moler A0, no es posible acercar el anillo de retención giratorio Q0 a la zona de molienda B0 para proporcionar soporte lateral y evitar que el material se escape al exterior S0 de la zona de molienda. Del mismo modo, no resulta funcionalmente factible agregar una superficie de soporte giratoria en el interior T0 de la zona de molienda, ya que esta necesariamente se debe extender por encima de la superficie de moler G0 de la tabla de moler y, por lo tanto, interfiere y limita el flujo de material a la zona de molienda.

Se han llevado a cabo intentos de utilizar guías de material estacionarias en el interior de las superficies de moler y dispositivos de retención estacionarios cerca de la zona de molienda, incluyendo algunos que no se extienden alrededor de la tabla de moler. Sin embargo, los ensayos han demostrado que este tipo de disposiciones provoca un mayor desgaste y un mayor consumo de energía. Por lo tanto, no tiene valor comercial.

La divulgación descrita en el presente documento supera las limitaciones mencionadas proporcionando un flujo constante regulado de material de sección transversal adecuada dirigido hacia (y a) la zona de molienda y, en particular, con un momento positivo en la dirección del proceso de molienda mediante el que se fuerza el material de manera efectiva a entrar en la zona de molienda y crear un lecho de moler estable.

La entrega dirigida del material a la zona de molienda elimina o reduce sustancialmente la influencia de la fuerza centrífuga de la tabla de moler, lo que elimina la necesidad de agregar agua para mayor estabilidad y elimina la necesidad de un anillo de retención y el material no fluye a través de la tabla de moler. Así, se pueden implementar dispositivos giratorios para soportar los lados del material en la zona de molienda.

Además, el suministro de un flujo regulado constante de material permite que tanto la tabla de moler como los rodillos de moler estén, con excepción del giro, fijos entre sí mientras se mantiene una presión de molienda. La geometría fija de la zona de molienda reduce en gran medida las vibraciones en comparación con la disposición habitual con una tabla de moler fija y rodillos móviles.

Encerrar o soportar los lados de la zona de molienda da lugar a un perfil de presión radial a través de la zona de molienda como la que se muestra en la figura 0B. La anchura de la alta presión aumenta considerablemente en comparación con la disposición tradicional y la molienda puede darse en una parte mucho mayor de la superficie de moler, aumentando así la capacidad de moler. En las figuras 12 y 12x se muestra una forma de realización del molino de rodillo vertical en un aparato según la divulgación en el que los lados de la zona de molienda están encerrados o soportados.

Con el término "molino de rodillo vertical" se entiende un dispositivo de moler que comprende una tabla de moler con un eje y por lo menos un rodillo de moler con un eje de giro, siendo dicho eje de la tabla de moler perpendicular a un plano definido por la tabla de moler y pasando dicho eje a través del centro geométrico del recorrido de

molienda, y estando dispuesto para definir zonas de molienda entre la superficie de moler de la tabla de moler y la superficie de moler de cada uno de los rodillos. El rodillo/los rodillos de moler está dispuesto/están dispuestos para rodar alrededor del recorrido de molienda en la tabla de moler. La tabla de moler puede estar girando o no alrededor de su eje. La tabla de moler puede estar dispuesta debajo, al lado o encima del rodillo/de los rodillos con el eje vertical, o con el eje en cualquier ángulo entre vertical y horizontal en cualquier dirección. La zona/las zonas de molienda se forma/se forman entre las superficies de moler del rodillo/de los rodillos y la superficie de moler de la tabla de moler y puede/pueden presentar una sección transversal sustancialmente rectangular o de cualquier otra forma, con bordes lineales o curvos, o cualquier combinación de los mismos. Las figuras 1A a 1N muestran algunas variaciones de lo que se deberá entender como un molino de rodillo vertical, pero no se deben interpretar como excluyentes de otras disposiciones de molino de rodillo verticales.

Con el término "zona de molienda" se deberá entender el volumen entre un rodillo de moler y las superficies de moler de la tabla de moler en el que el rodillo de moler y la tabla de moler agarran, comprimen y/o machacan el material particulado. En el contexto de esta divulgación, se deberá entender que la entrega o el encaminado del material a la zona de molienda incluye disposiciones en las que el material se transfiere directamente sobre una de las superficies de moler antes de que pueda tener lugar el apriete y, a continuación, sigue dicha superficie hacia y por la zona de molienda.

Con el término "alimentador" se deberá entender un dispositivo que acelera y/o transporta el material particulado. Los alimentadores incluyen cintas transportadoras, transportadores de cadena, lanzadores de cinta, transportadores de tornillo, transportadores vibratorios, tuberías, tolvas y más.

Con el término "flujo constreñido de material" se deberá entender que el flujo de material presenta una sección transversal definida predeterminada sin estar necesariamente constreñida físicamente por medios físicos. El flujo puede estar constreñido debido al modo en que se proyecta desde el alimentador o por medios físicos o por una combinación de ambos. Cuando se constriñe en una sección transversal definida, el flujo dirigido de material puede adoptar la forma de un tapete, en particular un tapete con una sección transversal rectangular.

Con el término "compactar un flujo de material" se deberá entender que el material suministrado al alimentador, durante el contacto con el alimentador, sufre un cambio en la forma de la sección transversal o el tamaño de la sección transversal y/o experimenta un cambio en la densidad aparente debido a un cambio en el volumen de huecos en el interior del flujo de material y/o el material se combina con otro flujo de material para formar un flujo combinado común.

Con el término "disposición de dispositivos unidos" se deberá entender cualquier cantidad de medios transportadores, similares o de diferentes tipos, que funcionan simultáneamente para transferir material a una única zona de molienda. Los medios de transporte individuales se pueden suministrar con material de la misma procedencia o de procedencias individuales y pueden funcionar individualmente, a diferentes velocidades y/o ritmos de alimentación. Además, los medios de transporte pueden compartir partes comunes, por ejemplo una carcasa o alojamiento común o una placa guía común.

El aparato según la divulgación se caracteriza por que el alimentador está dispuesto y configurado para recibir un suministro de material particulado y formar, y preferentemente constreñir, un flujo del material y para dirigir el flujo de material particulado a una zona de molienda del molino de rodillo vertical. El flujo se entrega directamente mediante el alimentador a la zona de molienda con aceleración, compactado y/o con la sección transversal constreñida.

Un aspecto de la divulgación se refiere a que el alimentador está dispuesto para constreñir el flujo de material a una sección transversal definida, estando dicha sección transversal definida para el flujo de material entre el alimentador y la zona de molienda.

Un aspecto de la divulgación se refiere a que el alimentador está dispuesto de manera que dirija el flujo de material empujando un flujo de material compactado hacia la zona de molienda.

Un aspecto de la divulgación se refiere a que el alimentador está dispuesto para dirigir el flujo de material aplicando un momento al material en la zona de molienda.

En una forma de realización de la divulgación, el flujo de material se dirige a la zona de molienda en un ángulo que es sustancialmente tangencial al recorrido de molienda. De esta manera, se puede mejorar la eficiencia y la estabilidad, y por lo tanto la velocidad, de la molienda.

Se puede incluir en el aparato un dispositivo de entrada configurado para entregar el material particulado al alimentador. Preferentemente, dicho dispositivo de entrada puede estar dispuesto en el extremo distal del alimentador.

En una forma de realización de un aparato según la divulgación, el alimentador comprende una cinta

transportadora. Dicha cinta es una cinta sin fin que discurre alrededor de dos poleas de transportador espaciadas entre sí, siendo una de las mismas una polea motriz. Preferentemente dicha polea motriz está dispuesta en el extremo distal del alimentador. Dicho alimentador puede comprender una única cinta transportadora con un primer tramo en el que se entrega el material particulado desde, por ejemplo, un recipiente de alimentación para formar un flujo de material en dicho primer tramo.

En una variación de la forma de realización, el alimentador comprende dos o más cintas transportadoras, tal como se ha descrito anteriormente, y están unidas en una disposición para formar un flujo de material y transferir el flujo a la zona de molienda. Los transportadores individuales de dicha disposición pueden funcionar a diferentes velocidades para proporcionar un flujo óptimo en la zona de molienda.

En una forma de realización adicional de un aparato según la invención, el alimentador comprende dos cintas transportadoras dispuestas en paralelo y opuestas. Las cintas transportadoras dispuestas de manera opuesta constriñen físicamente y aceleran a la velocidad deseada el material particulado suministrado al espacio entre las mismas.

En una forma de realización adicional de un aparato según la divulgación, el alimentador comprende dos cintas transportadoras dispuestas de manera que haya un ángulo entre dos tramos opuestos de cinta, formando así un embudo para apretar y acelerar el material. El ángulo entre los tramos de la cinta es mayor que cero y menor o igual a 90°, preferentemente menor o igual a 70°, en particular mayor que cero y menor que 5 grados, o menor que 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 o 70 grados.

Una configuración de cinta en forma de embudo proporciona una compresión mejorada del material particulado, lo que aumenta la densidad y la compacidad del material a alimentar, enclavando el material entre las cintas, de modo que el material no se deslice en las superficies de la cinta a medida que se introduce en la superficie de moler.

El ángulo normalmente dependerá de la fricción entre las cintas y el material. Un coeficiente de fricción más bajo normalmente requerirá un ángulo de apertura del embudo más bajo, de modo que el material no se deslice con respecto a las cintas. Por el contrario, un coeficiente de fricción más alto normalmente permitirá un ángulo de apertura del embudo más alto, de modo que el material se pueda compactar en una distancia más corta.

Según una forma de realización adicional de un aparato según la divulgación, el alimentador que comprende una cinta transportadora puede comprender, además, una placa guía de transporte dispuesta opuesta y paralela a un tramo de la cinta transportadora orientada hacia la placa guía y que lleva el material particulado.

Según otra forma de realización de un aparato según la divulgación, el alimentador comprende un transportador de tornillo. Dicho transportador de tornillo comprende un husillo con una pala de tornillo helicoidal en un alojamiento con un extremo de entrada y un extremo de salida. El material suministrado al transportador de tornillo en el extremo de entrada se acelera y/o se transporta mediante el giro del husillo y se proyecta desde el extremo de salida del transportador de tornillo a la zona de molienda del molino de rodillo vertical. La salida del alojamiento del transportador de tornillo se puede conformar para constreñir el flujo de material a una forma de sección transversal particular que se transfiere a la zona de molienda, por ejemplo, rectangular, formando así un tapete de material para alimentar la zona de molienda.

Según una variación de la forma de realización anterior de un aparato según la divulgación, el alimentador comprende una disposición de varios transportadores de tornillo unidos. Dicha disposición puede comprender transportadores de tornillo con alojamientos individuales o puede comprender una disposición de husillos con palas de tornillo helicoidales en un alojamiento común.

En una forma de realización adicional de un aparato según la divulgación, el alimentador comprende un dispositivo estacionario, por ejemplo, un tubo, una tolva o una placa, con una superficie cóncava estacionaria. El material se suministra a alta velocidad al dispositivo estacionario y fluye en la superficie cóncava. A medida que el material fluye a lo largo de la superficie cóncava, el material se compacta y se constriñe gracias a la fuerza centrífuga aplicada por el cambio de dirección. El flujo sale de la curva y se dirige a una zona de molienda del molino de rodillo vertical.

De acuerdo con una forma de realización adicional de un aparato según la divulgación, el alimentador comprende una cinta transportadora en combinación con un tambor de deflexión que desvía un primer tramo de la cinta hacia un segundo tramo entre las dos poleas de transportador para conferir al primer tramo una forma curva. El material particulado se suministra al extremo distal de la cinta o al tambor de deflexión y se encierra en el espacio entre el tambor de deflexión y el primer tramo de la cinta. Durante el movimiento por la curvatura de la cinta, el material particulado se acelera a la velocidad de la cinta y forma un flujo de material que se dirige a la zona de molienda del molino de rodillo vertical.

En una variación de esta forma de realización, el tambor de deflexión puede comprender dos o más ruedas

espaciadas entre sí que ensamblan el primer tramo de la cinta.

En otra variación de esta forma de realización, el tambor de deflexión puede comprender una pluralidad de orificios en la superficie periférica. Los orificios pueden ser orificios ciegos. Los orificios pueden presentar una sección transversal rectangular o cualquier otra forma.

En una variación adicional de la presente forma de realización, el tambor de deflexión puede comprender una pluralidad de salientes que se ensamblan con el material particulado y/o, por lo menos sustancialmente, se ensamblan con la superficie de la cinta. Los salientes pueden presentar por lo menos la anchura del flujo de material, o pueden ser menores que la anchura del flujo de material y/o estar dispuestos en un patrón escalonado. Además, los salientes pueden ser perpendiculares al plano de giro del tambor de deflexión o pueden estar en cualquier ángulo con respecto a dicho plano.

De acuerdo con una forma de realización adicional de un aparato según la divulgación, el alimentador comprende un transportador de cadena que comprende por lo menos una cadena sin fin con barras transversales para ensamblar y transportar el material particulado, que discurre alrededor de dos piñones dentados de cadena separados entre sí. El alimentador puede comprender además una bandeja guía adyacente y paralela al tramo de la cadena que transporta el material.

De acuerdo con las formas de realización de un aparato según la presente divulgación, el molino de rodillo vertical puede estar provisto además de un dispositivo de soporte de la zona de molienda interior. El dispositivo de soporte de la zona de molienda interior se extiende a lo largo del eje de la tabla de moler, alejándose de la tabla de moler y más allá de la superficie de moler de la tabla de moler. El dispositivo es sustancialmente concéntrico con respecto al eje de la tabla de moler y presenta un diámetro exterior igual a entre 0.8 y 1.0 veces el diámetro interior de la superficie de moler de la tabla de moler, de modo que la superficie circunferencial del dispositivo de soporte de la zona de molienda interior lleva el flujo de material en la zona de molienda para reducir los derrames laterales. Preferentemente, el diámetro exterior del dispositivo es 1.0 veces el diámetro interior del radio de la superficie de moler menos de 1 a 20 mm. El dispositivo de soporte de la zona de molienda interior puede ser parte de la tabla de moler o una parte separada. Preferentemente, el dispositivo es estacionario con respecto a la tabla de moler. La superficie circunferencial exterior que soporta el material en la zona de molienda puede ser cilíndrica, cónica, curvada o cualquier combinación de las mismas.

Además de las formas de realización de un aparato según la presente divulgación, el molino de rodillo vertical puede estar provisto de por lo menos un dispositivo de soporte de la zona de molienda exterior que se extiende radialmente más allá de la superficie /las superficies de moler del rodillo/de los rodillos de moler, con una superficie/unas superficies orientada/orientadas hacia la tabla de moler y estando dicha superficie ubicada axialmente a una distancia del eje de la tabla de moler de entre 1.0 a 1.1 veces el radio exterior de la superficie de moler de la tabla de moler medido en un plano que coincide con la superficie de moler de la tabla de moler y perpendicular al eje de la tabla de moler, de manera que la superficie/las superficies del dispositivo de soporte de la zona de molienda exterior orientada hacia la tabla de moler proporciona soporte lateral para el flujo de material en la zona de molienda y, por lo tanto, reduce el derrame lateral de material. Preferentemente, dicha superficie está ubicada a una distancia del eje de la tabla de moler en dicho plano de 1.0 veces el radio exterior de la superficie de moler de la tabla de moler más de 1 a 20 mm.

El dispositivo/los dispositivos de soporte de la zona de molienda exterior puede/pueden ser parte del rodillo/de los rodillos o un dispositivo separado/unos dispositivos separados. Preferentemente el dispositivo gira con el rodillo de moler. La superficie/las superficies que soporta/soportan el material en la zona/las zonas de molienda pueden ser planas, cónicas, curvadas o cualquier combinación de las mismas.

De acuerdo con una forma de realización adicional de un aparato según la presente divulgación, el eje de giro de la tabla de moler está dispuesto entre la vertical y 90° con respecto a la vertical, en un plano sustancialmente paralelo al eje de la tabla de moler y la dirección del flujo de material, como por ejemplo entre sustancialmente vertical y 30° con respecto a la vertical, o como por ejemplo entre sustancialmente vertical y 15° con respecto a la vertical. Según una forma de realización alternativa de un aparato, el eje de la tabla de moler está dispuesto entre sustancialmente horizontal y 45° con respecto a la horizontal, como por ejemplo entre sustancialmente vertical y 30° con respecto a la horizontal, o como por ejemplo entre sustancialmente horizontal y 15° con respecto a la horizontal.

De acuerdo con una forma de realización adicional de un aparato según la divulgación, este puede, para cada medio de transporte del alimentador, comprender además un dispositivo de guía que dirige el flujo de material a la zona de molienda y que comprende una única placa guía proximal, preferentemente plana, o dos placas guía opuestas dispuestas proximales, preferentemente placas guía planas, estando dispuesta/dispuestas dicha/dichas placa/placas guía entre el extremo proximal de los medios de transporte y la zona de molienda del molino de rodillo vertical. Las dos placas guía opuestas dispuestas proximales pueden ser sustancialmente paralelas o converger en la dirección de los medios de transporte al molino de rodillo vertical.

En una forma de realización adicional de un aparato según la divulgación, el flujo de material sobre/en el alimentador y/o entre el alimentador y la zona de molienda del molino de rodillo vertical está dispuesto de manera que esté en contacto con un flujo de aire, sustancialmente paralelo a dicho flujo de material, con una velocidad en el rango de entre 0.5 a 3 veces la velocidad del flujo de material, como por ejemplo por lo menos 0.5 veces la velocidad del flujo o por lo menos 0.6, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.3, 1.4 o 2.0 veces la velocidad del flujo. Esta velocidad del flujo de aire evita que la fricción del material con el aire desvíe el material exterior en el flujo fuera de la dirección hacia la zona de molienda y, por lo tanto, reduce la dispersión del material que se transfiere a la zona de molienda. El flujo de aire paralelo al flujo de material se logra guiando el aire con por lo menos una placa sustancialmente paralela al flujo de material particulado. En una variación alternativa de esta forma de realización, el flujo de aire se logra mediante una disposición de por lo menos una boquilla por la que se proyecta el aire a lo largo de la superficie del flujo de material particulado.

En una forma de realización adicional de un aparato según la divulgación, la tabla de moler del molino de rodillo vertical está fija en el espacio, excepto por el movimiento de giro, y el rodillo/los rodillos se puede/pueden mover hacia y desde la tabla de moler de manera que la zona/las zonas de molienda son regulables. Sin embargo, cabe señalar que los rodillos podrían ser fijos y la tabla de moler móvil y, además, tanto la tabla de moler como los rodillos del molino de rodillo vertical pueden ser fijos entre sí durante el funcionamiento en una disposición preferida para proporcionar una zona/unas zonas de molienda constante. El molino de rodillo vertical puede ser accionado por motores situados en la tabla de moler, en los rodillos o en ambos.

En una forma de realización de un aparato según la divulgación, el rodillo/los rodillos de moler y la tabla de moler se accionan individualmente y la velocidad de cada uno se puede regular de forma independiente para lograr las condiciones óptimas en la zona de molienda.

En una forma de realización de un aparato según la divulgación, el alimentador puede funcionar a una velocidad que proporciona el flujo de material particulado con una velocidad de por lo menos 2 m/s o por lo menos 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 22 o 25 m/s en la zona de molienda.

En una forma de realización del aparato según la divulgación, el material particulado se selecciona entre minerales de minería, minerales y productos químicos industriales, arena, escoria, ceniza, arcilla, pigmentos para revestimientos, productos farmacéuticos y materias primas de cemento.

El molino de rodillo vertical del aparato según la divulgación puede funcionar preferentemente de forma independiente del alimentador, por lo que se puede adaptar el funcionamiento del alimentador al funcionamiento del molino de rodillo vertical y viceversa para obtener un funcionamiento suave y fiable del aparato y, por tanto, el rendimiento y la capacidad deseados del aparato.

El aparato según la divulgación se refiere a un procedimiento para moler material particulado que comprende recibir un suministro de material particulado, formar un flujo, dirigir el material particulado a una zona de molienda de un molino de rodillo vertical y moler el material particulado en el molino de rodillo vertical.

El procedimiento puede incluir además que el material particulado sea dirigido desde el alimentador a la zona de molienda del molino de rodillo vertical sin un cambio de dirección sustancial y/o que el material particulado sea dirigido a la zona de molienda a una velocidad de por lo menos 0.6 veces la velocidad periférica del rodillo de moler o por lo menos 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 o 2.0 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler.

Según la divulgación, al alimentar el flujo de material a una velocidad sustancialmente igual o similar al giro relativo entre el rodillo de moler y la tabla de moler, se mejora la eficiencia y la estabilidad, y por lo tanto la velocidad, de la molienda.

El procedimiento puede comprender además proporcionar un flujo de aire sustancialmente paralelo y en contacto con el flujo del material que se transfiere y caracterizado por que dicho flujo de aire presenta una velocidad entre 0.5 y 3.0 veces la velocidad del flujo del material particulado, como por ejemplo por lo menos 0.5 veces la velocidad del material o por lo menos 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4 o 2.0 veces la velocidad del material.

Esta sección sirve para explicar las formas de realización que se muestran de lo que se deberá entender como un molino de rodillo vertical. No se debe interpretar como excluyente de otras formas de realización de molinos de rodillo vertical.

La figura 1A muestra un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A, con una superficie de moler F que gira alrededor de un eje E, y una tabla de moler C, con una superficie de moler G que gira alrededor de un eje D, dispuesto para crear una zona de molienda B entre las superficies de moler F, G. En esta forma de realización, los ejes E, D del rodillo de moler A y de la tabla de moler B son sustancialmente perpendiculares y el rodillo de moler presenta una forma sustancialmente cilíndrica.

- La figura 1Bx muestra una sección transversal de un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A1, con una superficie de moler F1 que gira alrededor de un eje E1, y una tabla de moler C1 con una superficie de moler G1 que gira alrededor de un eje D1, dispuestos para crear una zona de molienda B1 entre las superficies de moler F1, G1. En esta forma de realización, la superficie de moler F1 del rodillo de moler A1 es sustancialmente cónica, mientras que la superficie de moler G1 de la tabla de moler C1 es sustancialmente plana. El ángulo H1 entre los ejes de giro E1 y D1 es mayor de 90 grados. Las superficies de moler F1, G1 en la sección transversal de la zona de molienda B1 son sustancialmente paralelas.
- La figura 1C muestra un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A2 y una tabla de moler C2. En esta forma de realización, la superficie de moler F2 del rodillo de moler A2 es cónica y la superficie de moler G2 de la tabla de moler C2 es cónica hacia adentro.
- La figura 1Dx muestra una sección transversal de un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A3 y una tabla de moler C3. En esta forma de realización, las superficies de moler F3, G3 del rodillo de moler A3 y de la tabla de moler C3 son curvas en la sección transversal de la zona de molienda B3.
- La figura 1Ex muestra una sección transversal de un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A4 y una tabla de moler C4. En esta forma de realización, la superficie de moler F4 del rodillo de moler A4 es cónica y la superficie de moler G4 de la tabla de moler C4 es cónica hacia afuera. La sección transversal de la zona de molienda B4 muestra los contornos sustancialmente rectos de las superficies de moler F4, G4.
- La figura 1Fx muestra una sección transversal de un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A5 y una tabla de moler C5. En esta forma de realización, la superficie de moler F5 del rodillo de moler A5 es cilíndrica y la superficie de moler G5 de la tabla de moler C5 es cónica hacia afuera. Los contornos de las superficies de moler F5, G5 son sustancialmente rectos en la sección transversal de la zona de molienda B5. En esta forma de realización, el ángulo H5 entre los ejes de giro D5, E5, respectivamente de la tabla de moler C5 y del rodillo de moler A5 es inferior a 90 grados.
- La figura 1G muestra un molino de rodillo vertical que comprende dos rodillos de moler A6, J6, que giran alrededor de los ejes E6, L6, con superficies de moler F6, M6, y una tabla de moler C6 que gira alrededor de un eje D6, con una superficie de moler G6, dispuestos para crear zonas de molienda B6, K6 entre las superficies de moler F6, G6 y M6, G6.
- La figura 1Hx muestra una sección transversal de un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A7 que gira alrededor de un eje E7, con una superficie de moler F7, y una tabla de moler C7 que gira alrededor de un eje horizontal D7, dispuestos para crear una zona de molienda B7 entre las superficies de moler F7, G7.
- La figura 1I muestra un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A8 que gira alrededor de un eje E8 y una tabla de moler C8 que gira alrededor de un eje vertical D8 dispuestos para crear una zona de molienda B8 entre las superficies de moler F8, G8. En esta forma de realización, la tabla de moler C8 está dispuesta encima del rodillo de moler A8, de manera que la superficie de moler G8 se encuentra en la parte inferior de la tabla de moler C8.
- La figura 1J muestra un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A9 que gira alrededor de un eje E9 y una tabla de moler C9 que gira alrededor de un eje D9 dispuestos para crear una zona de molienda B9 entre las superficies de moler F9, G9. En esta forma de realización, el eje de giro D9 de la tabla de moler C9 está inclinado con respecto a un eje vertical N9 en un plano que no es paralelo al eje del rodillo de moler E9.
- La figura 1Kx muestra una sección transversal de un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A10 y una tabla de moler C10 dispuestos para crear una zona de molienda B10 entre las superficies de moler F10, G10. Esta forma de realización difiere de la que se muestra en la figura 1Ex en que la superficie de moler G10 en la tabla de moler C10 es cónica hacia adentro.
- La figura 1Lx muestra una sección transversal de un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A11 y una tabla de moler C11. Esta forma de realización difiere de la que se muestra en la figura 1A en que la distancia entre la superficie de moler G11 y la superficie de moler F11 del rodillo varía por la anchura de la zona de molienda B11 desde el diámetro interior hasta el diámetro exterior de la superficie de moler G11. Como se muestra, la distancia P11 cerca del diámetro interior de la superficie de moler G11 es mayor que la distancia O11 cerca del diámetro exterior de la superficie de moler G11 en la tabla de moler C11. La variación en las distancias entre las superficies de moler puede ser diferente en otras disposiciones de molino de rodillo vertical.
- La figura 1Mx es una representación en sección transversal de un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A12 y una tabla de moler C12 dispuestos para crear una zona de molienda B12 entre las superficies de moler F12, G12. En esta forma de realización, la superficie de moler del rodillo de moler F12 está conformada para incorporar múltiples curvas, tal como se puede observar en la sección transversal.

La figura 1N muestra un molino de rodillo vertical que comprende un rodillo de moler A13, con una superficie de moler F13 que gira alrededor de los ejes D13 y E13, y una tabla de moler estacionaria C13, con una superficie de moler G13 dispuestos para crear una zona de molienda B13 entre las superficies de moler F13, G13.

- 5 Tal como se muestra en la figura 2, la primera forma de realización de un aparato 1 según la presente divulgación para moler materiales en partículas comprende un dispositivo de entrada 2, un alimentador 3 y un molino de rodillo vertical 4. Dicho molino de rodillo vertical 4 para moler material particulado que se suministra al mismo comprende una tabla de moler 5 y un rodillo de moler 6, cada uno de los cuales con un eje de giro 7, 8 no paralelos y que están dispuestos para definir una zona de molienda 9. El alimentador 3 está dispuesto y configurado para
- 10 transportar material particulado 10 al molino de rodillo vertical 4 y con un extremo proximal 11 junto al molino de rodillo vertical 4 y un extremo distal opuesto 12. El alimentador prevé una cinta transportadora 13 que comprende dos poleas de transportador espaciadas 14, 15 y una cinta transportadora sin fin 16 que se extiende alrededor de las dos poleas de transportador 14, 15. La cinta presenta un primer tramo 17 y un segundo tramo 18. Dicha cinta recibe material particulado 10 en su extremo distal 12 mediante el dispositivo de entrada 2. Dicho dispositivo de
- 15 entrada comprende un recipiente de alimentación 19 con una abertura de salida inferior 20 que alimenta material particulado al extremo distal de la cinta transportadora 13 dispuesta debajo de la abertura de salida 20. El tamaño de la abertura de salida 20 y, por lo tanto, la cantidad de material entregado al primer tramo 17 de la cinta transportadora 13 se puede regular con medios de regulación tales como, por ejemplo, una compuerta 21. La velocidad de la cinta 16 y el suministro de material particulado desde el recipiente de alimentación 19 a través de la
- 20 abertura de salida inferior 20 del mismo y hacia el primer tramo 17 de la cinta está sincronizado de tal manera que se forma un flujo 22 del material particulado en el primer tramo 17 de la cinta. Mediante la cinta transportadora 13, el flujo 22 se dirige a la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4. Desde el extremo proximal 11 de la cinta transportadora 13, el flujo 22 se proyecta por el aire hacia la zona de molienda 9.
- 25 En la figura 2A se muestra una variación del aparato 1A según la divulgación, en la que el alimentador comprende una disposición de dos medios transportadores unidos 3A, 3B. En esta implementación, el material particulado 10A se entrega a los transportadores 13A, 13B desde un único dispositivo de entrada 2A. Sin embargo, el material también se puede entregar mediante dispositivos de entrada individuales para cada uno de los medios de transporte. Estos medios de transporte unidos 3A, 3B forman un flujo combinado de material 22A que se entrega
- 30 a la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4.

La segunda forma de realización de un aparato 301 según la divulgación que se muestra en la figura 3 es una modificación de la que se muestra en la figura 2 y difiere de la misma en que el alimentador 303 del mismo está provisto de una placa guía de transporte 324 dispuesta opuesta al primer tramo 17 de la cinta transportadora 13. Dicha placa guía de transporte constriñe el flujo 322 de material particulado junto con el primer tramo 17 de la cinta transportadora 13. Además, el aparato está provisto de una placa guía proximal inferior 325 dispuesta entre el extremo proximal de la cinta transportadora y el molino de rodillo vertical 4 que soporta el flujo 322 durante la transferencia a la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4. La placa guía proximal se puede omitir siempre que el material particulado se proyecte desde el extremo proximal 11 de la cinta transportadora con velocidad suficiente para ser transferida a la zona de molienda 9.

La tercera forma de realización de un aparato 401 según la divulgación que se muestra en la figura 4 es una modificación de la que se muestra en la figura 2, y difiere de la misma en que el alimentador 403 del mismo está provisto de una guía de barrido por aire 426 con un extremo proximal 428 y un extremo distal 429 y que está dispuesta para dirigir un flujo de aire 427 para que sea sustancialmente paralelo y esté en contacto con el flujo 422 de material particulado que se transfiere desde el alimentador 403 a la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4. El aire fluye a través de la guía 426 desde el extremo distal 429 y sale por el extremo proximal 428 de la guía 426.

La cuarta forma de realización de un aparato 501 según la divulgación que se muestra en la figura 5 es una modificación de la que se muestra en la figura 4 y difiere de la misma en que el alimentador 503 del mismo está provisto de un flujo de aire 527 desde una boquilla 531 y se caracteriza en que el flujo de aire 527 es sustancialmente paralelo y está en contacto con el flujo 522 de particulado. Además, la disposición mediante una boquilla adicional 532 está provista de un flujo de aire 530 debajo y en contacto con el flujo de material particulado 522 entre el alimentador 503 y la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4. Ambos flujos de aire 527, 530 son opcionales y se puede proporcionar cada uno individualmente sin el otro.

La quinta forma de realización de un aparato 601 según la divulgación que se muestra en la figura 6 es una modificación alternativa de la forma de realización que se muestra en la figura 3. En lugar de la placa guía de transporte, comprende una segunda cinta transportadora 633 dispuesta espaciada y paralela a la primera cinta transportadora 13. El primer tramo 634 de la segunda cinta transportadora 633 y el primer tramo 17 de la primera cinta transportadora constriñen el flujo 622 de material. Además, en la figura 6 se indica que el aparato que se muestra puede estar provisto de una placa guía proximal superior 635 y/o una placa guía proximal inferior 636 dispuestas entre los extremos proximales 637, 11 de los transportadores 633, 13 y que guían el flujo durante la transferencia a la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4.

La sexta forma de realización de un aparato 701 según la divulgación que se muestra en la figura 7 difiere de las formas de realización anteriores en que el alimentador 703 comprende un transportador de tornillo 738. Este transportador de tornillo 738 comprende una cubierta 739, con una entrada 741 y una salida 742, y una pala de tornillo helicoidal 740 para transportar el material particulado 10. Al girar la pala de tornillo 740, el material 10 se mueve desde el dispositivo de entrada 702 por la entrada 741 a través del transportador de tornillo 738 y se proyecta desde la salida 742 como un flujo 722 de material por el aire hasta la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4. La salida 742 del alojamiento del transportador de tornillo 739 se puede conformar para constreñir el flujo 722 de material a una forma de sección transversal particular, por ejemplo, rectangular. La cantidad de material entregado al molino de rodillo vertical 4 se regula en el dispositivo de entrada 702 mediante el uso de una compuerta 721.

La forma de realización de un aparato 701A según la divulgación que se muestra en la figura 7A es una variación de la forma de realización que se muestra en la figura 7 y difiere de la misma en que el alimentador 703A comprende una disposición de dos transportadores de tornillo 738A, 757A. Estos transportadores de tornillo 738A, 757A, tal como se muestra, están alojados en una cubierta común 739A. Sin embargo, los transportadores de tornillo podrían tener alojamientos separados y se puede unir cualquier cantidad de transportadores de tornillo en una disposición.

La séptima forma de realización de un aparato 801 según la divulgación que se muestra en la figura 8 es una variación de la que se muestra en la figura 7 y difiere de la misma en que el flujo 822 de material particulado está en contacto con una corriente de aire 827 suministrada a través de una guía de aire 826 dispuesta en la salida 742 del transportador de tornillo 738. El flujo de aire 827 sale de la guía 826 en la salida 843 y fluye paralelo y en contacto con el flujo 822 de material que se transfiere a la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical.

La octava forma de realización de un aparato 901 según la divulgación que se muestra en la figura 9 prevé un alimentador 903 que comprende una cinta transportadora 913, con dos poleas de transportador 914, 915 espaciadas entre sí y una cinta sin fin 916 que se extiende entre y alrededor de las poleas 914, 915 y un tambor de deflexión 944 que desvía el primer tramo 917 de la cinta hacia el segundo tramo 918 de la cinta para conferir al primer tramo 917 una forma curva. El tambor de deflexión 944 está provisto de varios orificios ciegos 945 en su superficie exterior periférica 946. Un dispositivo de entrada 902 comprende una cámara de alimentación en forma de embudo 947 con una abertura de salida inferior 920 a través de la que se suministra material particulado 910 al extremo distal de la cinta transportadora 913 y al tambor de deflexión 944. El material particular 910 queda atrapado en los orificios ciegos 945 y entre la superficie exterior del tambor de deflexión 946 y el primer tramo 917 de la cinta 916 y por medio de la velocidad de giro de la cinta y el tambor de deflexión se proyecta como un flujo 922 o tapete de material por el aire hasta la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4. Además, y tal como se indica en la figura 9A, la forma de realización de la divulgación que se muestra puede comprender una placa guía proximal superior 924 y una placa guía proximal inferior 925 dispuestas entre el extremo proximal del alimentador 903 y el molino de rodillo vertical 4. Las placas guía 924, 925 pueden converger desde el extremo proximal del alimentador hacia el molino de rodillo vertical 4.

Además, la forma de realización de la divulgación que se muestra puede comprender una disposición tal, que el aire fluya paralelo y en contacto con el flujo 922 de material que se mueve hacia el molino de rodillo vertical 4. El flujo de aire 927, 930 se puede entregar desde las boquillas 931, 932 como se indica en la figura 9B o mediante una guía 926 como se indica en la figura 9C.

En las figuras 10B a 10E se muestran formas de realización adicionales del tambor de deflexión según la divulgación. La figura 10B describe un tambor de deflexión 1044B con una superficie periférica 1046B en la que los orificios 1045B no son rectangulares. La figura 10C muestra un tambor de deflexión 1044C implementado como dos ruedas espaciadas 1048C con superficies periféricas 1046C para ensamblar la cinta. La figura 10D muestra una forma de realización del tambor de deflexión 1044D en el que se proporcionan barras 1049D en la superficie periférica 1046D entre las dos ruedas 1048D para ensamblar el material. En una forma de realización adicional según la descripción del tambor de deflexión 1044E que se muestra en la figura 10E, el tambor de deflexión 1044E está provisto de una pluralidad de salientes escalonados 1049E. Dichos salientes se pueden disponer para que sean sustancialmente radiales, pero no es necesario que lo sean.

La forma de realización del aparato 1101 según la divulgación que se muestra en la figura 11 prevé un alimentador 1103 que comprende una cinta transportadora con dos poleas de transportador espaciadas entre sí, una cinta que se extiende entre y alrededor de las poleas y un tambor de deflexión 1144 provisto de dos ruedas espaciadas entre sí que, entre las poleas de transportador, desvía el primer tramo de la cinta hacia el segundo tramo de la cinta para conferir a dicho primer tramo una forma curva. El flujo 1122 de material que fluye a través del lanzador de cinta está en contacto con un flujo de aire 1130 que entra entre el dispositivo de entrada 1102 y el tambor de deflexión y sigue el flujo 1122 alrededor de la curva proporcionada por el tambor de deflexión y continúa hacia el molino de rodillo vertical 1104. Opcionalmente, el flujo de aire se puede guiar mediante una guía de aire adicional 1126.

En todas las demás formas de realización descritas del aparato según la presente divulgación, el molino de rodillo vertical se puede disponer de acuerdo con la divulgación, tal como se muestra en la figura 12 y la figura 12x. El molino de rodillo vertical 1204 está provisto de un dispositivo de soporte de la zona de molienda interior 1250 que

se extiende a lo largo del eje de giro de la tabla de moler 1207, alejándose de la tabla de moler 1205, y más allá de la superficie de moler de la tabla de moler 1251, siendo sustancialmente concéntrico con el eje de giro de la tabla de moler 1207, de manera que la superficie circunferencial 1253 del dispositivo de soporte de la zona de molienda interior 1250 proporciona soporte lateral para el flujo de material 1222 en la zona de molienda 1209.

Además, se proporciona un dispositivo de soporte de la zona de molienda exterior 1254 que se extiende radialmente más allá de la superficie de moler del rodillo de moler 1252, que es sustancialmente concéntrico con el eje de giro del rodillo de moler 1208 y que está ubicado a lo largo del eje de giro del rodillo de moler 1208 a una distancia del eje de giro de la tabla de moler 1207 tal, que no interfiera con la circunferencia 1255 de la tabla de moler 1205. El dispositivo de soporte de la zona de molienda exterior 1254 está dispuesto de manera que la superficie 1256 del dispositivo de soporte de la zona de molienda exterior 1254, orientada a la tabla de moler 1205, proporciona soporte lateral para el flujo de material 1222 en la zona de molienda 1209 y así reduce el derrame lateral de material.

La forma de realización del aparato 1301 según la divulgación que se muestra en la figura 13 difiere de las formas de realización anteriores en que el alimentador 1303 es una placa 1358 con una superficie cóncava 1359. El material particulado 1310 se suministra en y continúa a lo largo de dicha superficie cóncava 1359 formando un flujo 1322 que abandona la superficie 1359 en una dirección tal que se transfiere a la zona de molienda 9 del molino de rodillo 4. De manera alternativa, la placa podría ser una tubería, una tolva o cualquier otro dispositivo con una superficie cóncava. Opcionalmente, esta forma de realización puede comprender cualquiera de las adiciones que se muestran en la figura 9A, 9B y 9C, una placa guía proximal superior 924, una placa guía proximal inferior 925, flujos de aire 927, 930 mediante cualquiera de las boquillas 931, 932 o una guía de aire 926 dispuestos entre el extremo proximal del alimentador 1303 y el molino de rodillo vertical 4.

La forma de realización del aparato 1401 según la divulgación que se muestra en la figura 14 es similar a la forma de realización anterior en que el alimentador 1403 es una placa 1458 con una superficie cóncava 1459. El material particulado 1410 fluye hacia la parte inferior y continúa a lo largo de la superficie cóncava 1459 formando así un flujo 1422 que abandona la superficie 1459 en una dirección tal que se transfiere a la zona de molienda 9 del molino de rodillo 4. De manera alternativa, la placa podría ser una tubería, una tolva o cualquier otro dispositivo con una superficie cóncava.

En la forma de realización del aparato 1501 según la divulgación que se muestra en la figura 15, el molino de rodillo vertical 1504 está dispuesto para recibir un flujo de material 1522 de manera vertical hacia abajo desde el alimentador 1502 directamente a la zona de molienda 1509. El alimentador 1502 comprende dos cintas transportadoras 1513, 1533, comprendiendo cada uno de las mismas 3 poleas 1514 y una cinta 1516. Una sección de la cinta 1562 está dispuesta en un ángulo 1564 con respecto a la sección opuesta de la cinta 1562, de modo que las cintas formen un embudo 1560 para el material granular 1510. Como el material 1510 fluye hacia abajo por el embudo, se enclava entre las dos secciones de cinta en ángulo 1562 y se acelera a la velocidad de las cintas 1516. En la siguiente sección de cintas 1561, las cintas están dispuestas paralelas para constreñir y formar un tapete del material 1522 entre las cintas 1561. El tapete de material 1522 se dirige a continuación a la zona de molienda 1509 del molino de rodillo vertical 1504.

La forma de realización del aparato 1601 según la divulgación que se muestra en la figura 16 es una modificación alternativa de la forma de realización que se muestra en la figura 6. En el extremo distal, se dispone un primer tramo 1634 de una segunda cinta transportadora 1633 en un ángulo 1664 con respecto al primer tramo 17 de la primera cinta transportadora 13, de modo que formen un embudo 1660. El material granular 1610 se transporta a lo largo del primer tramo 17 de la primera cinta transportadora 13 hasta que queda enclavado entre los dos tramos de la cinta 17, 1634 y se acelera hasta la velocidad de las cintas 13, 1633 antes de ser dirigido a la zona de molienda 9 del molino de rodillo vertical 4.

El término "que comprende", siempre que se utilice en el presente documento, pretende indicar la presencia de características, integrantes, etapas, componentes indicados, pero no excluye la presencia o adición de una o más características, integrantes, etapas, componentes o grupos de los mismos.

Las personas expertas en la materia apreciarán que, a menos que se indique lo contrario en el presente documento, la secuencia particular de etapas descrita es solo ilustrativa y se puede variar sin apartarse de la divulgación. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario, las etapas descritas están tan desordenadas, lo que significa que, cuando sea posible, las etapas se pueden realizar en cualquier orden conveniente o deseable.

Además, se deberá entender que la divulgación abarca todas las variaciones, combinaciones y permutaciones en las que se incluyen una o más limitaciones, elementos, cláusulas, términos descriptivos, etc., de una o más de las reivindicaciones o de porciones relevantes de la descripción introducidas en otra reivindicación. Por ejemplo, cualquier reivindicación que dependa de otra reivindicación se puede modificar para incluir una o más limitaciones encontradas en cualquier otra reivindicación que dependa de la misma reivindicación base.

La divulgación no se debe ver de ninguna manera restringida a las formas de realización descritas y una persona

con conocimientos habituales en la técnica preverá muchas posibilidades de modificaciones de las mismas.

Las formas de realización descritas anteriormente son combinables. Las siguientes reivindicaciones establecen además formas de realización particulares de la divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1) para moler material particulado (10) que comprende:

5 un molino de rodillo vertical (4) para moler el material particulado y que comprende una tabla de moler (5) y un rodillo de moler (6) con un eje de giro (8), teniendo cada tabla y rodillo una superficie de moler y estando dispuestos para definir una zona de molienda (9) entre las superficies de moler del rodillo de moler (6) y de la tabla de moler (5); y

10 un alimentador (3) para alimentar el material particulado al molino de rodillo vertical (4);

en el que el rodillo de moler (6) está dispuesto para rodar sobre el material particulado sobre un recorrido de molienda sobre dicha tabla de moler (5); y

15 el alimentador (3) está dispuesto para recibir el material particulado y dirigir un flujo (22) de este material a la zona de molienda (9) del molino de rodillo vertical (4);

caracterizado por que

20 el flujo (22) de este material se dirige a una velocidad en relación con el eje del rodillo de moler (8) de por lo menos 0.3 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler o por lo menos 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 2.0, 3.0 o 4.0 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler.

25 2. Aparato según la reivindicación anterior, en el que el alimentador está dispuesto para dirigir el flujo de material hacia la zona de molienda sustancialmente a la misma velocidad en relación con el eje del rodillo de moler que la velocidad tangencial del rodillo de moler en la zona de molienda.

30 3. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alimentador está dispuesto para constreñir sustancialmente el flujo de material que se dirige a la zona de molienda en una sección transversal definida predeterminada.

35 4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alimentador está dispuesto para dirigir el flujo de material aplicando un momento, o empujando, o aplicando un momento y empujando, el material hacia la zona de molienda.

5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alimentador está dispuesto para compactar el flujo de material antes de dirigir el material a la zona de molienda.

40 6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alimentador está dispuesto para dirigir el flujo de material a la zona de molienda en un ángulo que es sustancialmente tangencial al recorrido de molienda.

45 7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alimentador comprende una bandeja guía que es adyacente y sustancialmente paralela al flujo de material, o adyacente y tangencial al flujo de material, siendo en particular la bandeja guía una bandeja curva.

50 8. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alimentador está dispuesto para dirigir el flujo de material hacia la zona de molienda en un ángulo con respecto a un plano definido por la superficie de moler de la tabla de moler, en el que el ángulo es mayor que cero y menor o igual a 30°, en particular mayor de cero y menor o igual a 15°, más en particular mayor de cero y menor o igual a 10°, en particular mayor de cero y menor o igual a 5°.

55 9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alimentador prevé por lo menos una cinta transportadora que comprende por lo menos dos poleas y una cinta que se extiende alrededor de dichas poleas, comprendiendo preferentemente dicho alimentador dos tramos de cinta dispuestos uno frente al otro con respecto al material particulado para constreñir dicho material particulado entre los dos tramos de la cinta.

60 10. Aparato según la reivindicación 9, en el que el alimentador comprende por lo menos un tambor de deflexión que desvía un primer tramo de cinta hacia un segundo tramo entre dos poleas para conferir al primer tramo una forma curva.

11. Aparato según la reivindicación 10, en el que el tambor de deflexión comprende una pluralidad de orificios en la superficie periférica, o una pluralidad de ruedas espaciadas que ensamblan la cinta o una pluralidad de salientes.

65 12. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alimentador prevé por lo menos un transportador de tornillo que comprende una pala de tornillo helicoidal giratoria; y/o por lo menos un alimentador

estacionario como por ejemplo un tubo, una tolva o una placa y/o una disposición de subalimentadores unidos y dispuestos para formar un flujo combinado de material y para dirigir el flujo a la zona de molienda del molino de rodillo vertical.

5 13. Procedimiento para moler material particulado (10) que comprende:

recibir un suministro de material particulado;

10 formar un flujo (22) de material particulado;

usar un alimentador (3) para dirigir el flujo de material particulado (22) a una zona de molienda (9) de un molino de rodillo vertical (4), una tabla de moler (5) y un rodillo de moler (6) con un eje de giro (8), estando cada tabla y rodillo provistos de una superficie de moler y dispuestos para definir dicha zona de molienda entre las superficies de moler del rodillo de moler y de la tabla de moler, estando dispuesto el rodillo de moler (6) para rodar sobre el material particulado en un recorrido de molienda en dicha tabla de moler (5),

15 caracterizado por que

20 el flujo (22) de dicho material se dirige a una velocidad en relación con el eje del rodillo de moler de por lo menos 0.3 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler o por lo menos 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 2.0, 3.0 o 4.0 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler; y

25 moler el material particulado en el molino de rodillo vertical.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, que comprende compactar el flujo de material ejerciendo un cambio de dirección mediante la aplicación de una fuerza centrífuga.

30 15. Procedimiento según las reivindicaciones 13 y 14, que comprende dirigir el material particulado a la zona de molienda a una velocidad en relación con el eje del rodillo de moler de por lo menos 0.6 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler o por lo menos 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 o 2.0 veces la velocidad tangencial de la superficie de moler del rodillo de moler.

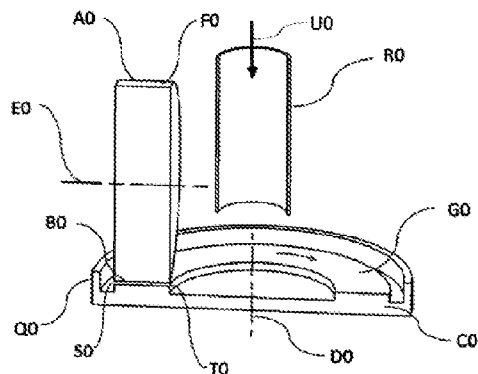


Fig. 0x
Técnica anterior

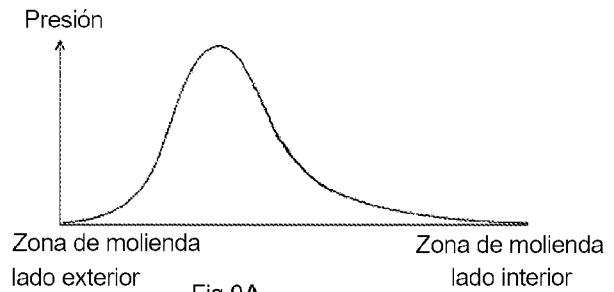


Fig. 0A
Técnica anterior

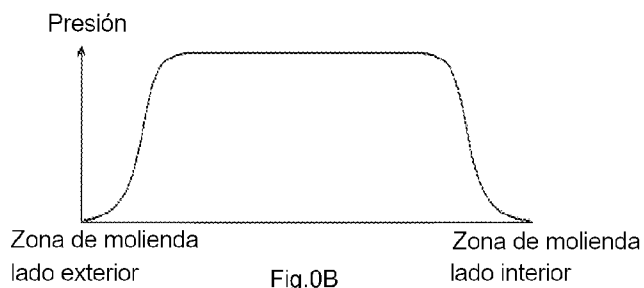


Fig. 0B

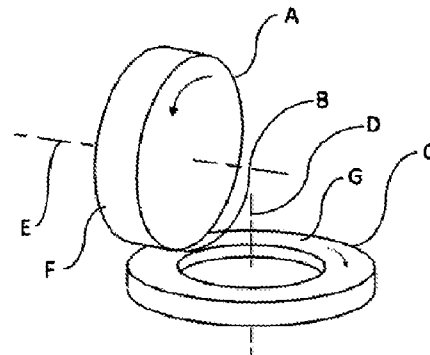


Fig. 1A

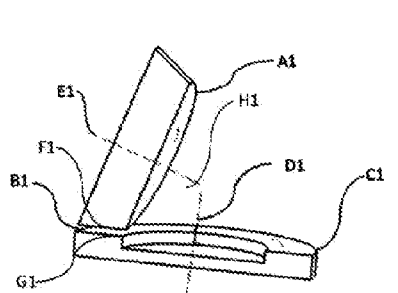


Fig. 1Bx

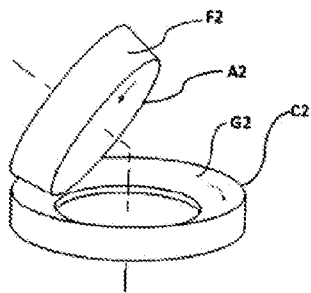


Fig. 1C

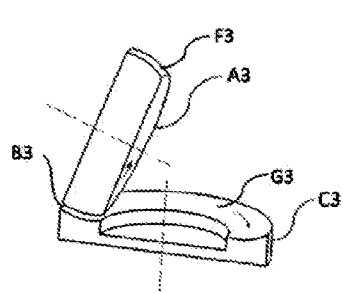


Fig. 1Dx

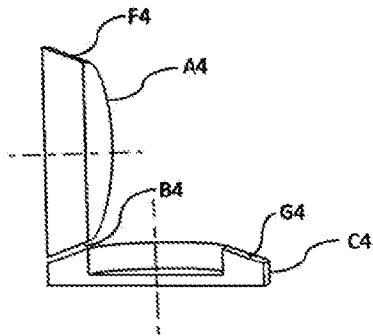


Fig. 1Ex

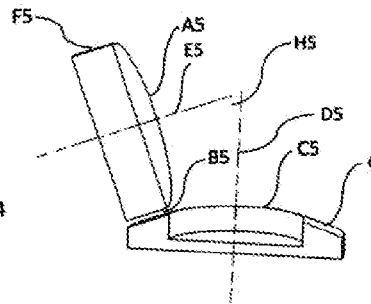


Fig. 1Fx

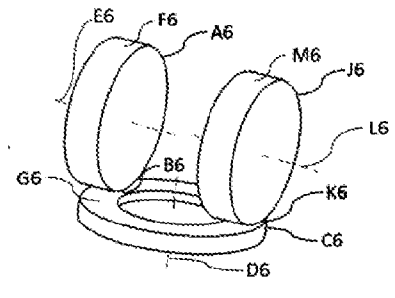


Fig. 1G

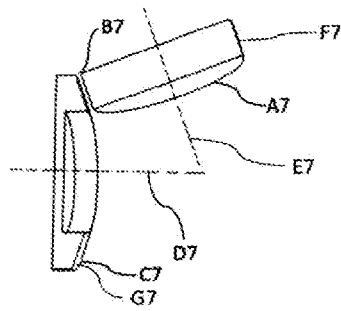


Fig. 1Hx

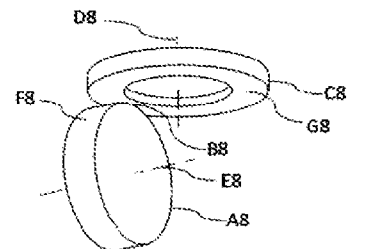


Fig. 1I

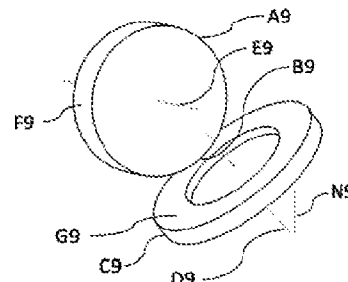


Fig. 1J

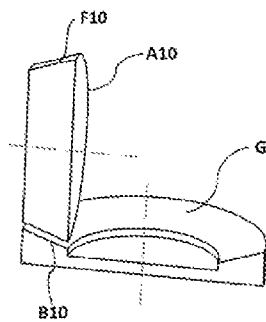


Fig. 1Kx

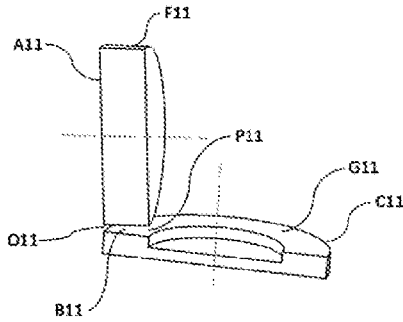


Fig. 1Lx

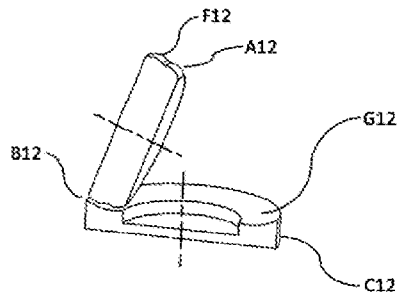


Fig. 1Mx

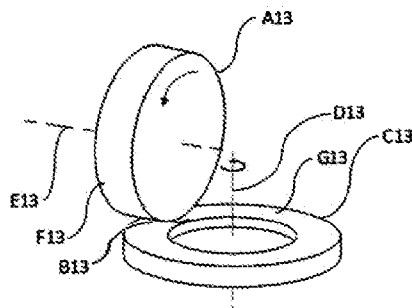


Fig. 1N

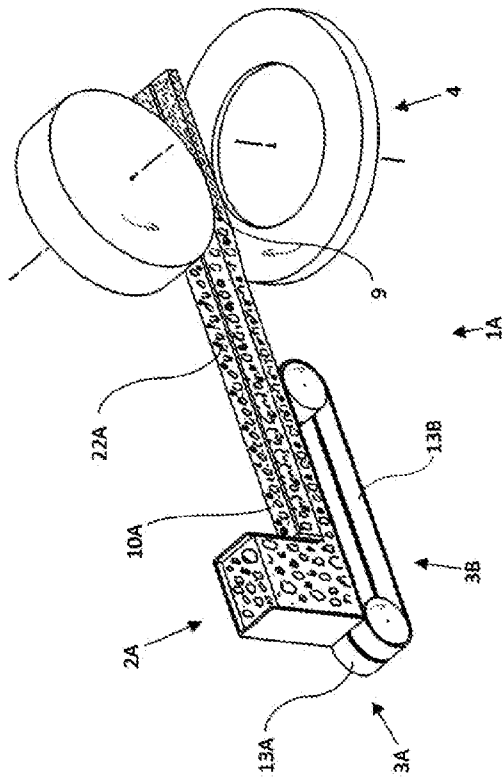


Fig. 2A

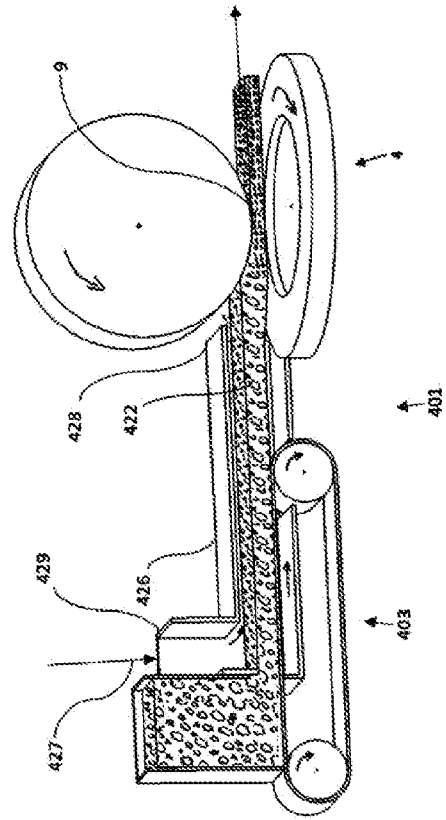


Fig. 4

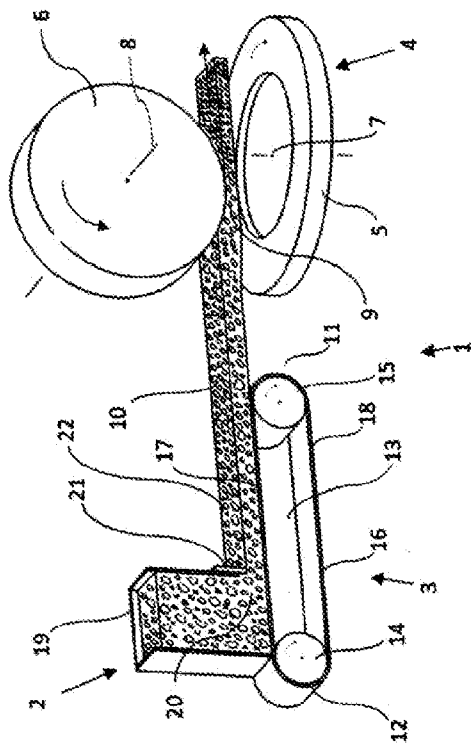


Fig. 2

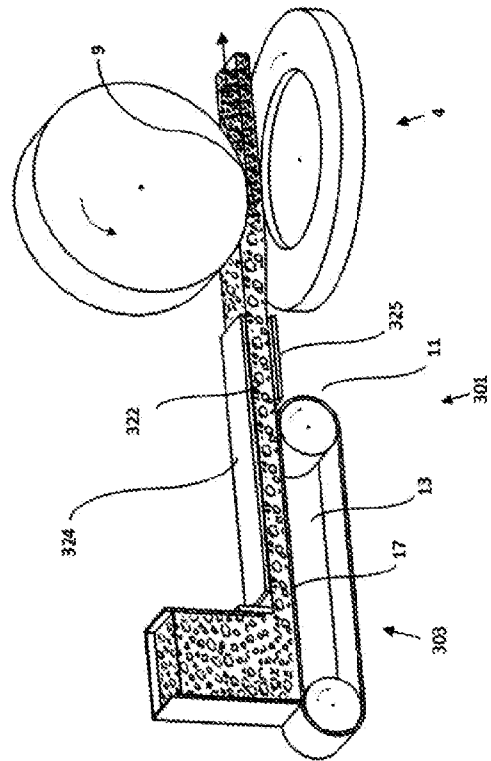


Fig. 3

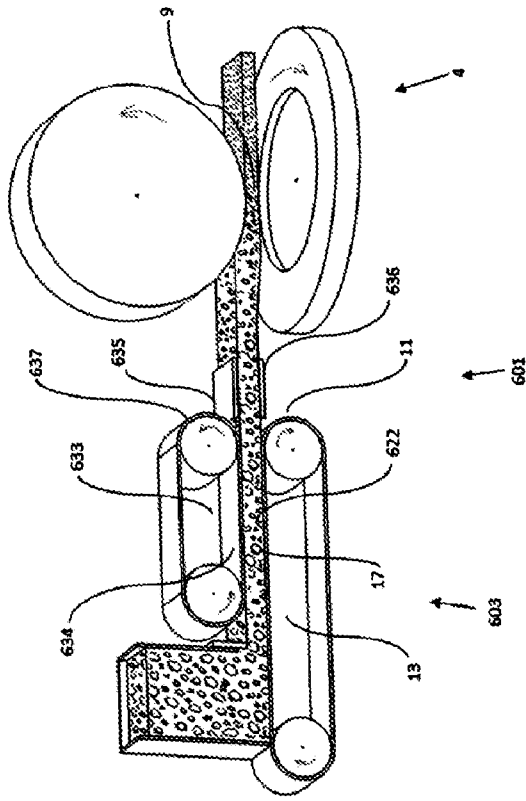


Fig. 6

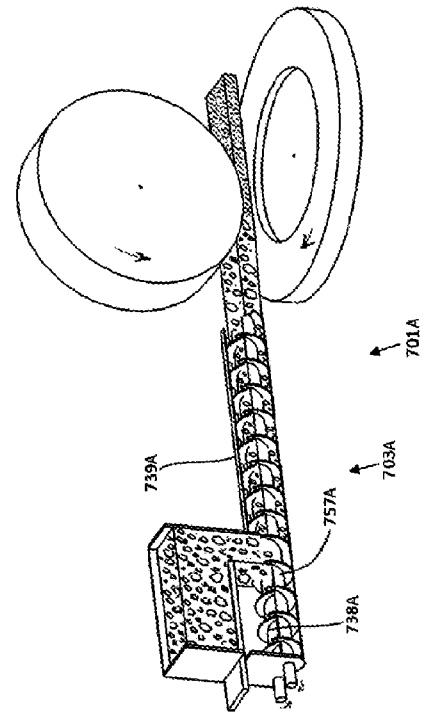


Fig. 7A

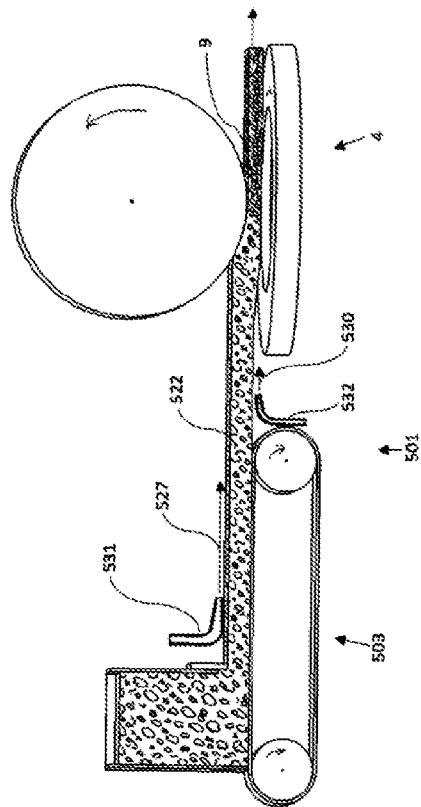


Fig. 5

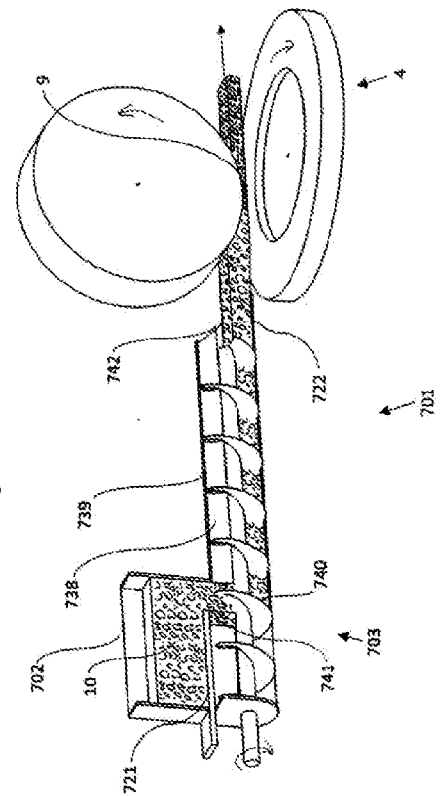
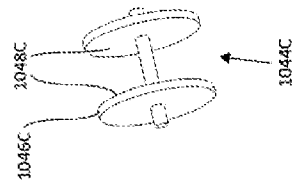
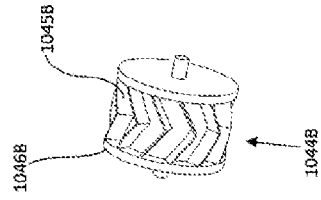
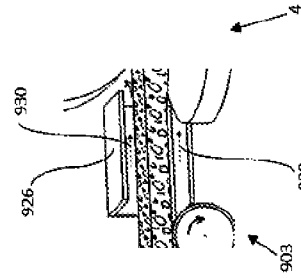
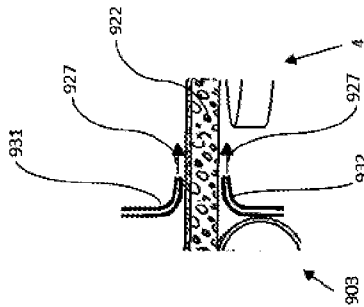
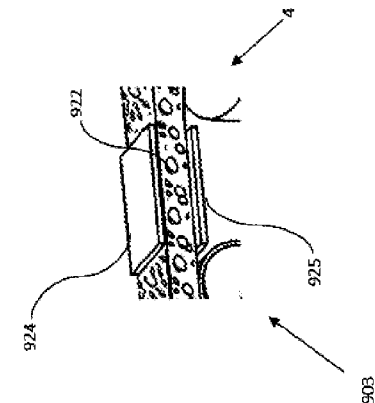
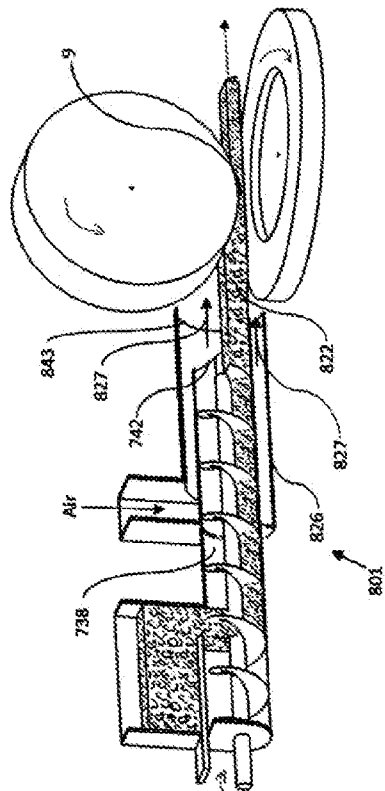
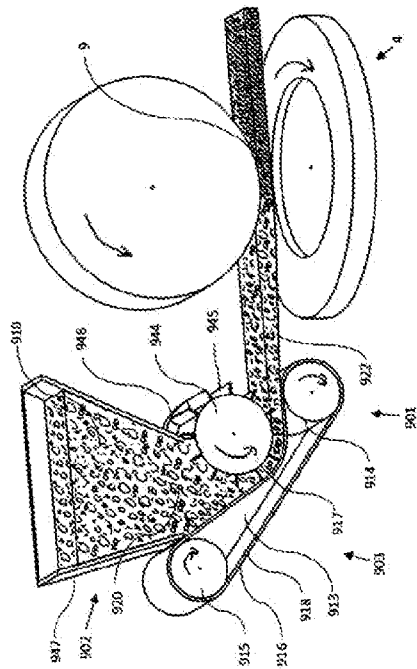


Fig. 7



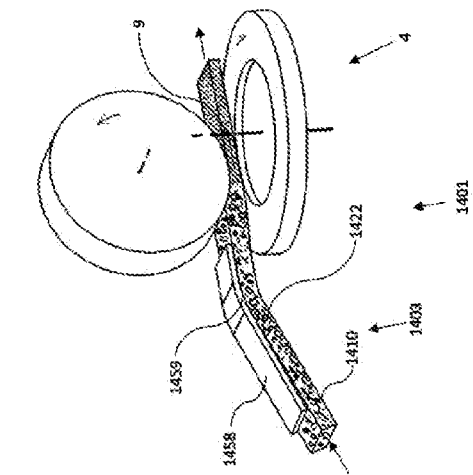


Fig. 14

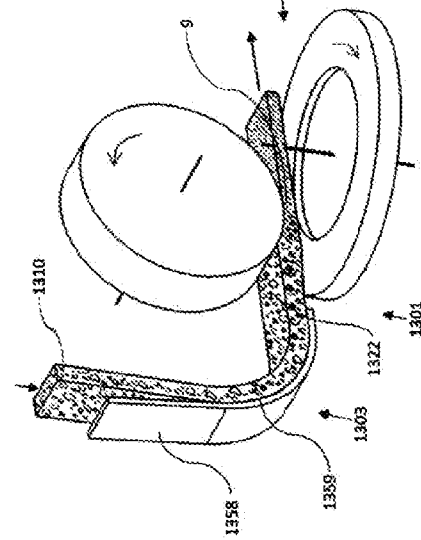


Fig. 13

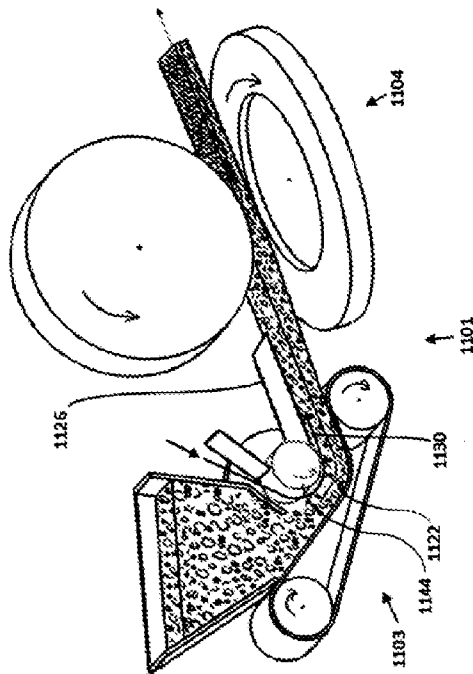


Fig. 11

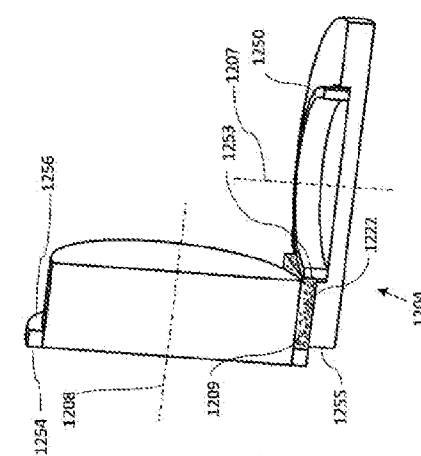


Fig. 12x

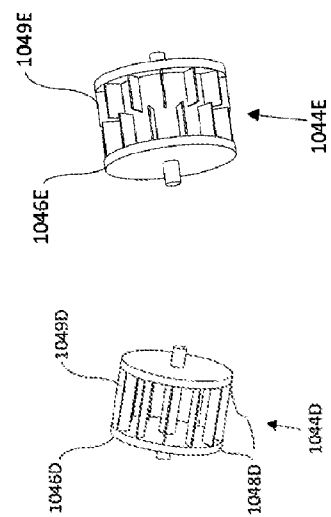


Fig. 10E

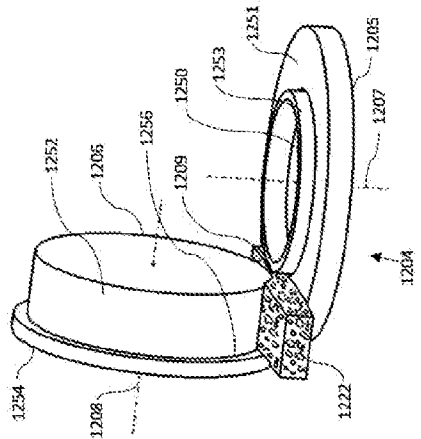


Fig. 12

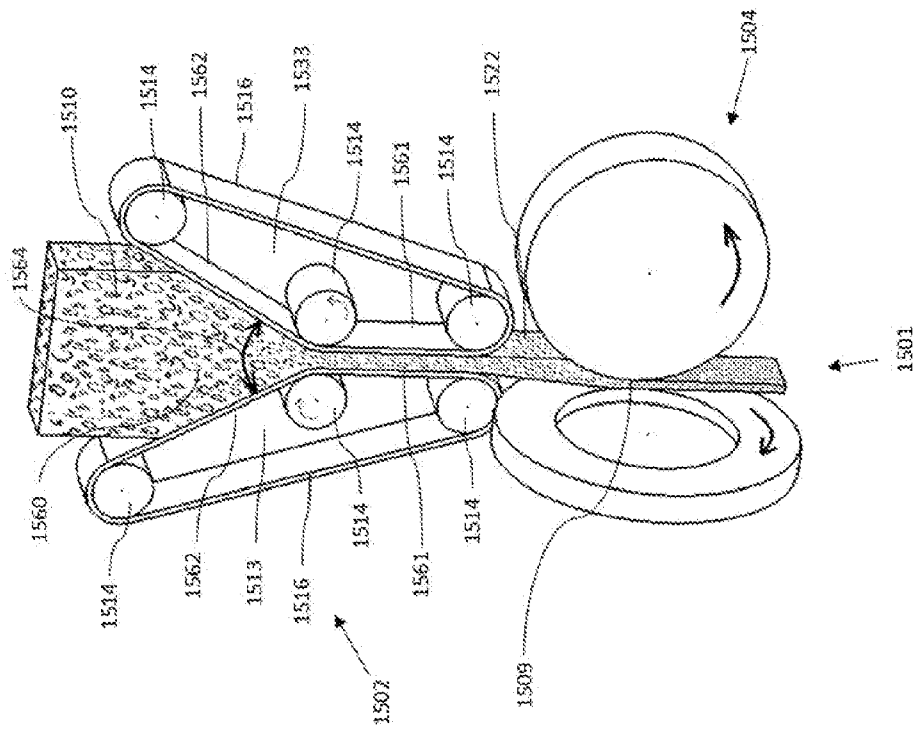


Fig. 15

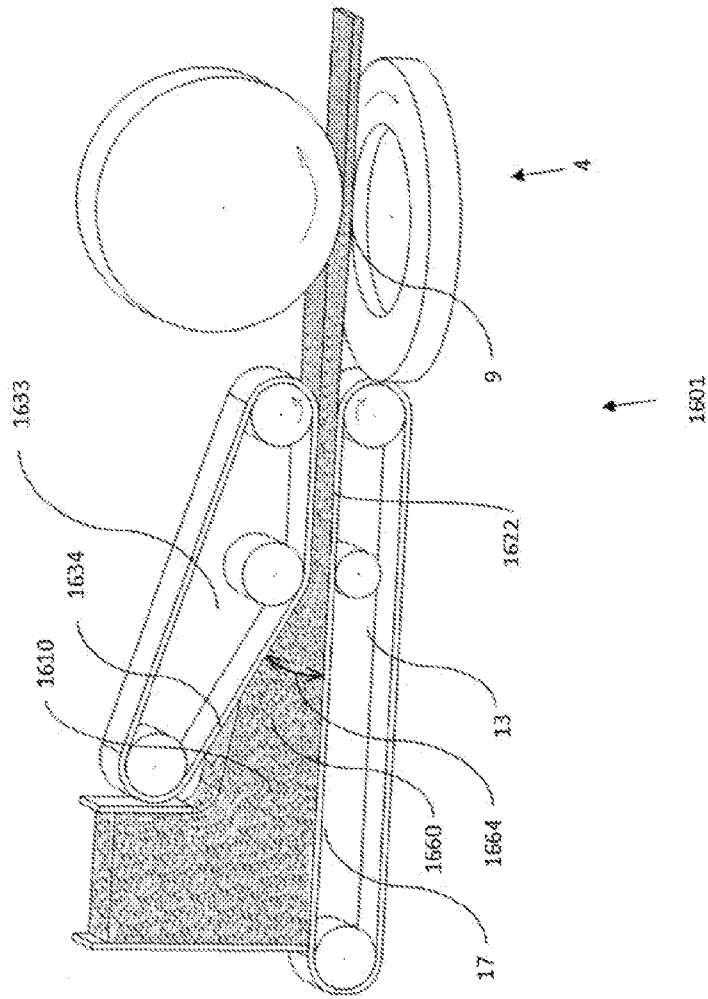


Fig. 16