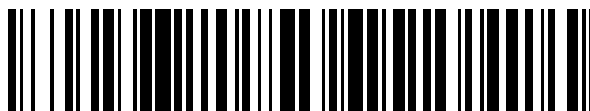


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 560**

51 Int. Cl.:

B65G 65/48

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2013** **E 13740415 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016** **EP 2874928**

54 Título: **Aparato de suministro de polvo**

30 Prioridad:

19.07.2012 US 201261673460 P

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

13.09.2016

73 Titular/es:

**ADAMIS PHARMACEUTICALS CORPORATION
(100.0%)**

**11682 El Camino Real, Suite 300
San Diego, CA 92130, US**

72 Inventor/es:

**SIMONS, JOHN K. y
WANG, ZHAOLIN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 582 560 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de suministro de polvo

Esta Solicitud reivindica los derechos de la Solicitud de Patente Provisional de los EE.UU. N° 61/673.460, presentada el 19 de julio de 2012.

5 Campo

La presente invención se refiere generalmente a aparatos y sistemas de suministro de polvo.

Antecedentes

El suministro de partículas o de polvos puede ser más dificultoso que el suministro de líquidos. Esto puede ponerse de manifiesto cuando se desea suministrar de forma precisa y exacta un volumen o masa conocida de material. Aunque existen diversos procedimientos y dispositivos industriales encaminados al suministro de polvo, estos procedimientos y dispositivos presentan varias desventajas.

Breve compendio

El documento GB 1.071.607 divulga un aparato de suministro de polvos según se establece en la reivindicación 1 que se acompaña; por otra parte, muestra un dispositivo alimentador rotativo para un material en partículas sólidas, que comprende un par de rodillos de suministro elásticos, medios de accionamiento para los rodillos de suministro, mediante los cuales los rodillos son susceptibles de hacerse rotar en sentidos opuestos con el fin de llevar a cabo un arrastre hacia abajo del material comprendido entre los rodillos, y medios de obturación configurados para impedir el paso del material más allá de los rodillos, excepto para el paso del mismo entre los rodillos.

El documento WO 2013/006920 A, que cae dentro del Artículo 54(3) EPC, divulga un aparato de suministro de polvo.

Las características y ventajas de esta divulgación se comprenderán mediante la consideración de la descripción detallada y las reivindicaciones. Estas y otras características y ventajas pueden ser descritas en lo que sigue en asociación con diversas realizaciones de la presente invención. El compendio no está destinado a describir todas las realizaciones o cada una de las implementaciones de la presente invención.

La materia objeto de esta divulgación, en sus diversas combinaciones, ya sean en la forma de aparato o de método, puede incluir la siguiente lista de realizaciones:

Un aparato de suministro de polvo, que comprende:

una tolva, que tiene paredes laterales y un fondo,

de tal manera que el fondo comprende unos primer y segundo rodillos cilíndricos, situados adyacentes el uno al otro y configurados de tal modo que definen una abertura en forma de ranura entre los dos rodillos, en el fondo de la tolva,

un sistema de accionamiento para hacer rotar los primer y segundo rodillos, y

un sistema de control para controlar el sistema de accionamiento,

de tal manera que el sistema de accionamiento y el sistema de control se han configurado para hacer rotar de forma intermitente el primer rodillo independientemente del segundo rodillo.

Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una primera realización preferida, de tal manera que el sistema de accionamiento y el sistema de control se han configurado para hacer rotar de forma intermitente el segundo rodillo independientemente del primer rodillo.

Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una realización, en el que el sistema de accionamiento comprende un primer motor acoplado al primer rodillo, y un segundo motor acoplado al segundo rodillo.

Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una realización, en el cual el sistema de control comprende un primer controlador para el primer motor y un segundo controlador para el segundo motor.

Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una realización, en el cual el sistema de control se ha configurado para hacer rotar el primer rodillo mientras el segundo rodillo está estacionario.

Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una realización, en el cual el sistema de control se ha configurado para hacer rotar el segundo rodillo mientras el primer rodillo está estacionario.

Un sistema de suministro de polvo que comprende: un aparato de suministro de polvo como en la realización previa; de tal manera que existe una banda movable, situada por debajo de la abertura conformada en forma de ranura del fondo de la tolva; y un rodillo de revestimiento, adyacente a la banda y separado de la posición en la banda, por debajo de la abertura conformada en forma de ranura.

- 5 Un sistema de suministro de polvo que comprende: un primer aparato de suministro de polvo como en la realización previa; de tal modo que existe un segundo aparato de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; de manera que el segundo aparato de suministro de polvo está situado de forma tal, que el polvo que se dispensa desde el segundo aparato de suministro de polvo es dispensado al interior de la tolva del primer aparato de suministro de polvo.

- 10 Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una realización y que comprende, de manera adicional, unos miembros de limpieza de rodillo adyacentes a los primer y segundo rodillos y situados lejos de la abertura conformada en forma de ranura.

Un aparato de suministro de polvo como en lo anterior, en el cual los miembros de limpieza de rodillo son cuchillas rascadoras.

- 15 Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una realización, en el que las porciones inferiores de las paredes laterales de la tolva están en pendiente hacia la abertura conformada en forma de ranura.

Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una realización, en el que la abertura conformada en forma de ranura tiene una anchura de entre aproximadamente 0,3 mm y 5 mm.

- 20 Un aparato de suministro de polvo, o un método de suministro de polvo, de acuerdo con una realización, en el que la abertura conformada en forma de ranura tiene una longitud de entre aproximadamente 0,5 cm y 100 cm.

Un aparato de suministro de polvo, o un método de suministro de polvo, de acuerdo con una realización, en el cual los primer y segundo rodillos tienen una dureza Rockwell A de un valor mayor que aproximadamente 30.

Un aparato de suministro de polvo de acuerdo con una realización, en el que los primer y segundo rodillos tienen una superficie cilíndrica exterior lisa.

- 25 Estos y otros aspectos de la presente invención resultarán claramente evidentes para las personas con conocimientos ordinarios de la técnica a partir de la siguiente descripción detallada, conjuntamente con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La invención puede ser más fácilmente comprendida, y las personas con conocimientos ordinarios de la técnica a la que pertenece el objeto de la invención comprenderán más fácilmente el modo de realizar y utilizar el objeto de la invención, en consideración a la siguiente descripción detallada de diversas realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo de la invención, en asociación con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

- 30

La Figura 1 es una vista en perspectiva desde arriba de un aparato de suministro de polvo.

La Figura 2 es una vista en planta superior y esquemática del aparato de suministro de polvo de la Figura 1.

- 35 La Figura 3 es una vista en alzado frontal y esquemática del aparato de suministro de polvo según se observa desde la dirección B de la Figura 1.

La Figura 4 es una vista lateral, en corte transversal y esquemática del aparato de suministro de polvo según se observa a lo largo de la línea C de la Figura 1.

La Figura 5 es una vista esquemática de un sistema de suministro de polvo.

La Figura 6 es un gráfico que representa la masa de lactosa dispensada en función del tiempo para el Ejemplo 1.

- 40 La Figura 7 es un gráfico que representa la masa de sulfato de albuterol dispensado en función del tiempo para el Ejemplo 2.

La Figura 8 es un gráfico que representa la masa de sulfato de albuterol dispensado en función del tiempo para los Ejemplos 3-6.

- 45 Las figuras no están necesariamente a escala, y los mismos números utilizados en las figuras pueden referirse a componentes similares. Se entenderá, sin embargo, que el uso de un número para referirse a un componente en una figura dada no tiene la intención de limitar el componente designado con ese mismo número en otra figura.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos que se acompañan, que forman parte de la misma y en los cuales se han mostrado, a modo de ilustración, diversas realizaciones concretas. Ha de entenderse que se contemplan, y pueden llevarse a cabo, otras realizaciones sin apartarse del alcance de la presente invención, tal y como se establece en las reivindicaciones que se acompañan. La siguiente descripción detallada, por tanto, no ha de tomarse en sentido limitativo.

Todos los términos científicos y técnicos que se usan en esta memoria tienen los significados comúnmente empleados en la técnica, a menos que se especifique de otro modo. Las definiciones proporcionadas en la presente memoria son para facilitar la comprensión de ciertos términos frecuentemente usados en esta memoria, y no tienen la intención de limitar el alcance de la presente invención, según se establece en las reivindicaciones que se acompañan.

A menos que se indique de otro modo, todos los números que expresan tamaños, cantidades y propiedades físicas en cifras usados en la memoria y en las reivindicaciones, han de entenderse como modificados en todos los casos por el término «aproximadamente». De acuerdo con ello, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos que se establecen en la memoria precedente y en las reivindicaciones que la acompañan son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se pretende obtener por parte de los expertos de la técnica mediante el uso de las enseñanzas divulgadas en esta memoria.

La mención de intervalos numéricos por sus puntos extremos incluye todos los números subsumidos dentro del intervalo (por ejemplo, entre 1 y 5 incluye 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4 y 5), así como cualquier intervalo dentro del intervalo.

Tal como se utilizan en esta memoria y en las reivindicaciones que se acompañan, las formas en singular «un», «uno» y «el», y sus equivalentes, abarcan realizaciones que tienen referentes plurales, a menos que el contenido claramente determine lo contrario. Tal y como se utiliza en esta memoria y en las reivindicaciones que se acompañan, el término «o» se emplea generalmente en su sentido que incluye «y/o», a menos que el contexto claramente determine lo contrario.

En las Figuras 1-4 se muestra una realización de un aparato 100 de suministro de polvo. El aparato 100 de suministro de polvo tiene una tolva 102 que puede ser utilizada para albergar el polvo. Una porción del fondo de la tolva 102 puede estar constituida por un primer rodillo cilíndrico 106 y por un segundo rodillo cilíndrico 107, los cuales pueden estar alineados paralelos el uno al otro y separados entre sí con el fin de formar una abertura en forma de ranura 108 en el fondo de la tolva. Los primer y segundo rodillos 106, 107 pueden tener unas primera y segunda superficies 118, 119 situadas de cara a la tolva, respectivamente, que pueden estar en al menos un contacto parcial con el polvo albergado en la tolva. Los primer y segundo rodillos 106, 107 pueden ser conectados a unos primer y segundo árboles de accionamiento 110, 111, respectivamente. Los árboles de accionamiento forman parte de un sistema de accionamiento, del cual no se ha mostrado la parte restante. En ciertas realizaciones, el sistema de accionamiento comprende un primer motor, acoplado al primer árbol de accionamiento 110, y un segundo motor, acoplado al segundo árbol de accionamiento 111. Los motores pueden ser controlados de forma independiente por un sistema de control, de tal manera que cada rodillo puede hacerse avanzar independientemente del otro rodillo. El sistema de control puede haberse configurado de tal manera que el primer rodillo 106 rota en un sentido tal, que la primera superficie 118 situada de cara a la tolva se desplaza hacia la abertura 108, y el segundo rodillo 107 rota en un sentido tal, que la segunda superficie 119 situada de cara a la tolva se desplaza hacia la abertura 108. En otras palabras, los primer y segundo rodillos 106, 107 giran en los sentidos de las flechas D y E, respectivamente, tal y como se muestra en la Figura 4. La tolva 102 tiene unas paredes laterales 103 que sirven para contener polvo dentro de la tolva. Como se muestra, la tolva tiene unas paredes laterales en pendiente 104, 105, en los lados de la tolva paralelos al eje del rodillo. Estas paredes laterales en pendiente 104, 105 ayudan a guiar el polvo hacia la superficie de cada uno de los rodillos y, en particular, pueden ayudar a minimizar cualquier espacio «muerto» en el interior de la tolva 102 en el que pudiera tender a acumularse polvo de manera indefinida, sin ser dispensado desde la tolva 102. Como se muestra, las paredes laterales de la tolva perpendiculares al eje de los rodillos pueden ser verticales, si bien, en otras realizaciones, pueden también estar inclinadas o haberse conformado de otro modo para mejorar el flujo del polvo desde la porción superior de la tolva hasta la porción inferior de la tolva. De la misma manera, las paredes laterales en pendiente 104, 105 según se muestran, pueden estar inclinadas, si bien, en otras realizaciones, pueden ser verticales o haberse conformado de otra manera para mejorar el flujo del polvo desde la porción superior de la tolva hasta la porción inferior de la tolva. En algunas realizaciones, puede haberse incluido un elemento de vibración opcional (no mostrado) en contacto con las paredes laterales de la tolva, a fin de contribuir a ayudar al polvo a la hora de fluir desde la porción superior de la tolva hasta la porción inferior de la tolva. Las cuchillas rascadoras 114, 115 pueden estar colocadas contra los primer y segundo rodillos 106, 107, respectivamente, de forma generalmente opuesta al área del rodillo que define la abertura 108. En algunos casos, puede adherirse de forma suelta una pequeña cantidad de polvo a los rodillos conforme estos rotan, y las cuchillas rascadoras 114, 115 sirven como miembros de limpieza de los rodillos para rascar este polvo y eliminarlo de los rodillos de un modo tal, que la superficie del rodillo se encuentra relativamente limpia conforme contacta con el polvo contenido en la tolva.

En ciertas realizaciones, una o más partes del aparato 100 de suministro de polvo pueden ser ajustables. Por ejemplo, uno o ambos de los primer y segundo rodillos 106, 107 pueden ser móviles el uno con respecto al otro con el fin de permitir cambios en la anchura de la abertura 108. Las cuchillas rascadoras 114, 115 pueden ser ajustables con respecto a los primer y segundo rodillos 106, 107 con el fin de eliminar de forma eficaz el polvo suelto de los rodillos sin restringir excesivamente el movimiento de rotación de los rodillos. En ciertas realizaciones, las paredes laterales en pendiente 104, 105 pueden ser ajustables con el fin de permitir cambios en el ángulo de la pared lateral para, así, influir en el flujo descendente del polvo dentro de la tolva. En otra realización, las dimensiones y orientaciones de todas las partes del aparato 100 de suministro de polvo pueden ser fijas las unas con respecto a las otras.

En la Figura 5 se ha mostrado una realización de un sistema 200 de suministro de polvo que emplea un aparato de suministro de polvo según se ha descrito anteriormente, que puede ser de utilidad a la hora de preparar inhaladores de polvo en seco. Puede proporcionarse polvo 220 para llenar parcialmente una tolva 202 que tiene unas paredes laterales en pendiente 204, 205, unos primer y segundo rodillos cilíndricos 206, 207 y una abertura 208 conformada en forma de ranura. Los primer y segundo rodillos 206, 207 tienen unas primera y segunda superficies 218, 219 situadas de cara a la tolva, respectivamente, las cuales pueden estar en contacto, al menos parcial, con el polvo albergado en la tolva. Los rodillos pueden ser acoplados a árboles de accionamiento, motores y un sistema de control (no mostrado) como se ha descrito generalmente en lo anterior. En uso, los rodillos pueden ser accionados independientemente y de forma alterna el uno con respecto al otro. Es decir, el primer rodillo 206 puede hacerse rotar inicialmente una distancia fija en el sentido de la flecha D y, a continuación, detenerse. Seguidamente, el segundo rodillo 207 puede hacerse rotar una distancia fija en el sentido de la flecha E y, a continuación, detenerse. A medida que los rodillos avanzan, una parte del polvo 220 proporcionado dentro de la tolva fluye a través de la abertura 208 en una fina corriente de polvo dispensado 230. Este ciclo en el que rota el primer rodillo para después detenerse, a lo que sigue una rotación del segundo rodillo, que seguidamente se detiene, puede considerarse como una unidad de operación de suministro de polvo. En uso, esta operación de suministro de polvo puede ser entonces repetida indefinidamente hasta que se haya dispensado una cantidad deseada de polvo. El polvo dispensado 230 se deja caer bajo la fuerza de la gravedad sobre una banda móvil 250. La longitud de los rodillos puede haberse configurado generalmente para cubrir una anchura deseada de la banda móvil sin extenderse más allá de los bordes de la banda. La cantidad de polvo dispensada sobre un área dada de la banda puede ser controlada mediante el control del caudal al que el polvo es dispensado desde el aparato 200 de suministro de polvo, así como mediante el control de la velocidad a la que la banda 250 se está moviendo. La banda 250 puede hacerse avanzar mediante rodillos de desenrollado y de recogida, 240, 242, respectivamente, que hacen avanzar la banda en el sentido de la flecha F.

La banda 250 comprende una pluralidad de microdepresiones en la superficie principal de la banda situada de cara al aparato de suministro de polvo. El movimiento de la banda en el sentido de la flecha F hace que el polvo de la banda se desplace con la banda hasta una estación de llenado de polvo que incluye un rodillo de accionamiento 244 que puede ser mantenido contra la banda y hecho rotar en el sentido de la flecha G. El rodillo accionado 244 sirve para llenar con una parte del polvo las una o más microdepresiones existentes en la banda 250. El exceso de polvo que queda sobre la superficie de la banda 250 una vez que la banda ha pasado por el rodillo accionado 244, puede ser eliminado con una cuchilla rascadora 260 antes de que la banda sea enrollada en el rodillo de recogida 242. Pueden encontrarse detalles adicionales de tal procedimiento de revestimiento con polvo en la Publicación de Solicitud de Patente de los EE.UU. N° 2010/0229859 (de Hodson et al.), cuya descripción se incorpora a la presente memoria como referencia en su totalidad. Las bandas revestidas formadas por tal procedimiento pueden ser utilizadas como portadores alargados en inhaladores de polvo en seco, tales como los descritos en la Publicación Internacional WO 2010/135340 (de Hodson et al.) y en la Patente de los EE.UU. N° 5.469.843 (de Hodson), cuyas descripciones se incorporan a la presente memoria como referencia en su totalidad.

En otra realización (no mostrada), un sistema de suministro de polvo puede emplear un primer aparato de suministro de polvo según se ha descrito anteriormente, y un segundo aparato de suministro de polvo, también como se ha descrito anteriormente. El segundo aparato de suministro de polvo puede situarse de un modo tal, que dispense polvo al interior de la tolva del primer aparato de suministro de polvo. Es decir, el polvo que se dispensa desde el segundo aparato de suministro de polvo pasa a ser el polvo proporcionado para el primer aparato de suministro de polvo. El primer aparato de suministro de polvo dispensa entonces este polvo según se ha descrito en lo anterior. Esta disposición puede mejorar la uniformidad del flujo desde el primer aparato de suministro de polvo, ya que el polvo dispensado desde el segundo aparato de suministro de polvo actúa como si hubiera sido cribado, por cuanto cualesquiera aglomerados de gran tamaño son significativamente reducidos o eliminados, tal como al ser rotos en aglomerados pequeños. Es decir, el polvo proporcionado al primer aparato de suministro de polvo tiene un elevado grado de uniformidad por lo que respecta a su estado de aglomeración.

En otra realización, puede hacerse funcionar un aparato de suministro de polvo según se ha descrito generalmente en lo anterior con respecto a las Figuras 1-5, de tal manera que el primer rodillo avanza de un modo intermitente según se ha descrito anteriormente, pero el segundo rodillo puede avanzar de una manera continua o semicontinua.

En otra realización, puede hacerse funcionar un aparato de suministro de polvo según se ha descrito generalmente en lo anterior con respecto a las Figuras 1-5, de tal manera que puede haber situaciones en la operación de

suministro de polvo (o ciclo de suministro) en las que ambos rodillos están en movimiento. Es decir, en vez de que el primer rodillo tenga que ser detenido antes de que el segundo rodillo inicie su movimiento, el segundo rodillo puede ser puesto en movimiento poco antes de que el primer rodillo se detenga. En una situación particular, el segundo rodillo comenzará a acelerar su movimiento a medida que el primer rodillo está decelerando hasta detenerse.

- 5 Los rodillos pueden estar hechos de una variedad de materiales diferentes. Una característica de diseño general para los rodillos es que estos pueden ser generalmente duros y/o indeformables e inertes con respecto al polvo que se está dispensando. En una realización preferida, los rodillos tienen una superficie generalmente lisa en la superficie cilíndrica exterior.

10 Por «indeformables» ha de entenderse que esto se aplica tanto a una escala grande como a una escala pequeña. A una escala grande, todo el rodillo no se flexiona o comba, en sí mismo, como consecuencia de ninguna fuerza generada entre los rodillos, ya que el polvo es forzado a pasar a través de la abertura conformada en forma de ranura entre los rodillos. Es decir, si la anchura de la abertura en forma de ranura se establece inicialmente en un valor fijo, entonces permanecerá constante con independencia de la cantidad o el tipo de polvo que esté siendo dispensado por el aparato. A una escala pequeña, la superficie del rodillo puede ser lo bastante dura para impedir que partículas individuales o aglomerados de polvo sean presionados o insertados dentro de la superficie, como podría ocurrir, por ejemplo, si la superficie se hubiese hecho de un elastómero blando. La dureza y la indeformabilidad específicas deseadas dependerán, en cierta medida, del tipo y de la cantidad del polvo que está siendo dispensado desde el aparato. En un caso, la dureza superficial de los rodillos será mayor que aproximadamente una dureza de 30 en la escala Rockwell A, mayor que aproximadamente una dureza de 50 en la escala Rockwell B, mayor que una dureza de aproximadamente 100 en la escala Vickers, mayor que aproximadamente 90 en la escala Brinell, o mayor que aproximadamente 100 en la escala Knoop, de conformidad con las diversas escalas de dureza según se definen en la especificación ASTM E 140-07: "Tablas de conversión de dureza estándar para la relación en metales entre dureza Brinell, dureza Vickers, dureza Rockwell, dureza superficial, dureza Knoop y dureza escleroscópica". Otras características que pueden ser tenidas en cuenta a la hora de seleccionar un material apropiado para los rodillos también incluirán el coste y la durabilidad, cuya selección resultará claramente evidente para una persona con conocimientos ordinarios de la técnica. Ejemplos de materiales típicos que pueden ser utilizados para los rodillos incluyen metales, tales como el acero, el acero inoxidable y el aluminio, materiales cerámicos y/o plásticos rígidos, tales como el policarbonato, la poliéter éter cetona y el acrilonitrilo butadieno estireno.

30 En ciertas realizaciones, los rodillos serán generalmente lisos por su superficie cilíndrica exterior. Ha de comprenderse que prácticamente todas las superficies pueden ser caracterizadas por presentar una cierta magnitud de rugosidad superficial. Con «liso» quiere decirse que cualesquiera salientes o depresiones de la superficie del rodillo pueden ser generalmente pequeñas en comparación con el tamaño de aglomerado promedio del polvo que está siendo dispensado. Como se comprenderá fácilmente, ello minimizará cualquier tendencia de los aglomerados de polvo a verse presionados dentro de la superficie del rodillo y quedar retenidos en ella. En ciertas realizaciones, el promedio de rugosidad superficial (Ra) será menor que aproximadamente 1,27 micras (50 micropulgadas), en algunas realizaciones, menor que aproximadamente 0,51 micras (20 micropulgadas), y, en algunas realizaciones, menor que aproximadamente 0,25 micras (10 micropulgadas). Además del acabado superficial liso, será deseable que la superficie de los rodillos sea generalmente inerte con respecto al polvo que está siendo dispensado. Si bien la inercia relativa de los rodillos puede variar de acuerdo con el polvo concreto que está siendo dispensado, resultará claramente evidente para un experto de la técnica el modo de seleccionar un material inerte para un polvo dado. Los metales, tales como el acero, el acero inoxidable y el aluminio, materiales cerámicos y/o plásticos rígidos, tales como el policarbonato, la poliéter éter cetona y el acrilonitrilo butadieno estireno, serán, por lo común, relativamente inertes en relación con una amplia variedad de polvos.

45 En otra realización, uno o ambos rodillos tendrán una superficie funcionalmente lisa. Es decir, un rodillo puede tener una rugosidad superficial apreciable o una configuración superficial intencionada, pero la rugosidad o configuración puede verse cargada o llenada de un modo relativamente irreversible por un fino polvo cohesionado. El rodillo funcionará entonces efectivamente como si se tratara de un rodillo liso, una vez que la rugosidad o configuración se haya cargado o llenado con una pequeña cantidad de polvo. Semejante rodillo cargado con polvo presentará una superficie funcionalmente lisa.

55 Las paredes laterales de la tolva estarán hechas de cualquier material adecuado para contener polvo dentro de la tolva. En ciertas realizaciones, las paredes laterales de la tolva pueden estar hechas del mismo material que los rodillos y, por tanto, sacar provecho de las mismas características deseables en relación con el polvo. Debe apreciarse, sin embargo, que la fuerza de cizalladura entre el polvo y las paredes laterales de la tolva puede ser menor que la fuerza de cizalladura entre el polvo y los rodillos. Por lo tanto, puede ser deseable, por ejemplo, que las paredes laterales de la tolva estén hechas de un material menos duradero que los rodillos, a fin de minimizar el coste, o que las paredes laterales de la tolva estén hechas de un material transparente para permitir la fácil observación del nivel del polvo dentro de la tolva. De la misma manera, el acabado superficial de las paredes laterales de la tolva puede ser el mismo que el de los rodillos, lo que, por ejemplo, puede minimizar la retención del polvo dentro de la tolva, pero pueden también emplearse superficies más rugosas sin que cambie la función esencial del aparato.

En algunas realizaciones, puede ser deseable incluir uno o más miembros de limpieza de rodillo que sean capaces de eliminar el exceso de polvo de la superficie de uno o ambos rodillos una vez que la superficie del rodillo ha sobrepasado en su rotación la abertura en forma de ranura, pero antes de que la superficie del rodillo vuelva a entrar en contacto con el polvo contenido en la tolva. Como se ha mostrado en las Figuras 1-4, los miembros de limpieza de rodillo son cuchillas rascadoras, es decir, un miembro rígido sostenido contra el rodillo cilíndrico de un modo tal, que el polvo suelto existente en la superficie del rodillo puede ser rascado y liberado por la cuchilla rascadora, pero el rodillo puede girar libremente. En otra realización, los miembros de limpieza de rodillo pueden incluir uno o más cepillos o paletas que se sostienen contra la superficie del rodillo. En otra realización, el miembro de limpieza de rodillo puede ser un chorro de aire o un dispositivo de succión por vacío que es capaz de desalojar el polvo de la superficie del rodillo.

El tamaño de la abertura conformada en forma de ranura y el diámetro de los rodillos dependerán generalmente del tipo y cantidad del polvo que se ha de dispensar, así como del área sobre la que se desea que el polvo sea dispensado. En algunas realizaciones, la abertura en forma de ranura tendrá una anchura, o espacio de separación, de al menos 0,2 mm aproximadamente, en algunas realizaciones, de al menos 0,3 mm aproximadamente, y, en algunas realizaciones, de al menos 0,5 mm aproximadamente. En algunas realizaciones, la abertura en forma de ranura tendrá una anchura, o espacio de separación, de menos de 2 mm aproximadamente, en algunas realizaciones, de menos de 1,5 mm aproximadamente, y, en algunas realizaciones, de menos de 1 mm aproximadamente. En algunas realizaciones, la abertura en forma de ranura tendrá una longitud de al menos 0,5 cm aproximadamente, en algunas realizaciones, de al menos 1 cm aproximadamente, y, en algunas realizaciones, de al menos 2 cm aproximadamente. En algunas realizaciones, la abertura en forma de ranura tendrá una longitud de menos de 100 cm aproximadamente, en algunas realizaciones, de menos de 50 cm aproximadamente, y, en algunas realizaciones, de menos de 20 cm aproximadamente. En algunas realizaciones, el diámetro de rodillo será al menos 0,5 cm aproximadamente, en algunas realizaciones, al menos 1 cm aproximadamente, y, en algunas realizaciones, al menos 2 cm aproximadamente. En algunas realizaciones, el diámetro de rodillo será menor que 10 cm aproximadamente, en algunas realizaciones, menor que 5 cm aproximadamente, y, en algunas realizaciones, menor que 3 cm aproximadamente.

El primer rodillo puede hacerse avanzar al ser hecho rotar intermitentemente. Con «intermitentemente» quiere decirse que el rodillo alternará entre una fase de rotación y una fase estacionaria. Como se ha descrito anteriormente, el primer rodillo puede hacerse avanzar en una dirección tal, que la superficie del rodillo que forma parte de la superficie inferior interna de la tolva se mueve hacia la abertura en forma de ranura. El movimiento intermitente específico puede estar caracterizado generalmente por la distancia en rotación que el rodillo recorre (de tal manera que, por ejemplo, 360° es una rotación completa) durante una única fase de rotación, la velocidad con la que rota el rodillo (o, alternativamente, el lapso de tiempo que le lleva a este completar una única fase de rotación), y el lapso de tiempo que el rodillo permanece en una única fase estacionaria. En ciertas realizaciones, la alternancia entre las fases de rotación y estacionaria puede ser fija y regular. Es decir, cada fase de rotación tiene la misma longitud de desplazamiento y velocidad, y cada fase estacionaria tiene la misma duración en el tiempo. En ciertas realizaciones, la distancia en rotación que el rodillo recorre durante una única fase de rotación puede ser menor que 360° aproximadamente, en algunas realizaciones, menor que 90° aproximadamente, en algunas realizaciones, menor que 30° aproximadamente, y, en algunas realizaciones, menor que 10° aproximadamente. En ciertas realizaciones, la distancia en rotación que el rodillo recorre durante una única fase de rotación puede ser mayor que 0,5° aproximadamente, en algunas realizaciones, mayor que 1° aproximadamente, y, en algunas realizaciones, mayor que 3° aproximadamente. En ciertas realizaciones, la velocidad promedio con la que rota el rodillo durante una única fase de rotación puede ser menor que 10°/ms aproximadamente, en algunas realizaciones, menor que 5°/ms aproximadamente, y, en algunas realizaciones, menor que 1°/ms aproximadamente. En ciertas realizaciones, la velocidad promedio con la que rota el rodillo durante una única fase de rotación puede ser mayor que 0,01°/ms aproximadamente, en algunas realizaciones, mayor que 0,05°/ms aproximadamente, y, en algunas realizaciones, mayor que 0,1°/ms aproximadamente. En ciertas realizaciones, la velocidad promedio con la que rota el rodillo durante una única fase de rotación puede ser menor que 200 cm/s aproximadamente, en algunas realizaciones, menor que 100 cm/s aproximadamente, y, en algunas realizaciones, menor que 20 cm/s aproximadamente. En ciertas realizaciones, la velocidad con la que rota el rodillo durante una única fase de rotación puede ser mayor que 0,2 cm/s aproximadamente, en algunas realizaciones, mayor que 1 cm/s aproximadamente, y, en algunas realizaciones, mayor que 2 cm/s aproximadamente.

En ciertas realizaciones, el segundo rodillo puede hacerse avanzar al ser hecho rotar intermitentemente. En ciertas realizaciones, las distancias en rotación, velocidades y duración de tiempo en que se permanece en la fase estacionaria se encuentran dentro de los mismos intervalos que los descritos anteriormente para el movimiento del primer rodillo. En ciertas realizaciones, las distancias en rotación, velocidades y duración de tiempo en que se permanece en la fase estacionaria serán los mismos para el primer y el segundo rodillos.

En ciertas realizaciones, el primer y el segundo rodillos avanzarán y se detendrán de un modo tal, que sus movimientos se encuentren completamente desfasados. Es decir, el primer rodillo estará rotando durante todo el tiempo que el segundo rodillo esté estacionario, y el segundo rodillo estará rotando durante todo el tiempo que el primer rodillo se encuentre estacionario.

En otra realización, el segundo rodillo estará estacionario mientras el primer rodillo está rotando, y el primer rodillo estará estacionario mientras el segundo rodillo está rotando, pero habrá también un periodo de tiempo adicional durante el cual ninguno de los rodillos esté rotando. No se dispensará nada de polvo durante esta fase «de retención» o «loca» en la que los dos rodillos se encuentran estacionarios. En particular, esto puede ser una manera cómoda de ajustar el caudal de dispensación de polvo total sin tener que hacer cambios en otros parámetros del sistema, tales como el tamaño de la abertura conformada en forma de ranura o la velocidad a la que rotan los rodillos. El tiempo de retención puede variar según sea apropiado para conseguir un caudal de suministro total deseado para distancias y velocidad de rotación dadas de los rodillos. En ciertas realizaciones, el tiempo de retención puede ser mayor que 1 ms aproximadamente. En algunas realizaciones, mayor que 10 ms aproximadamente, y, en algunas realizaciones, mayor que 25 ms aproximadamente. En ciertas realizaciones, el tiempo de retención puede ser menor que 1.000 ms aproximadamente, en algunas realizaciones, menor que 500 ms aproximadamente, y, en algunas realizaciones, menor que 100 ms aproximadamente.

Si bien puede preferirse que tan solo esté rotando uno de los rodillos en cualquier momento dado, puede existir un tiempo de solapamiento durante el cual estén rotando ambos rodillos. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, el segundo rodillo puede ser acelerado desde su posición estacionaria en el mismo momento en que el primer rodillo es decelerado desde hacia su posición estacionaria. De esta forma, ambos rodillos están avanzando, aunque uno está acelerando, y el otro, decelerando.

Los dos rodillos rotan independientemente uno de otro. Es decir, no siempre avanzan juntos o permanecen estacionarios juntos en un estrecho seguimiento el uno con respecto al otro. Incluso aunque puede haber momentos en que ambos se estén moviendo o ambos estén estacionarios, estos se mueven independientemente el uno con respecto al otro debido a que existen otros momentos en que uno se está moviendo y el otro se encuentra estacionario. De la misma manera, incluso aunque los sistemas de accionamiento y de control pueden haberse configurado de manera que se mueven entera y exactamente de forma desfasada el uno con respecto al otro, estos se mueven independientemente el uno del otro.

El sistema de accionamiento puede consistir en cualquier mecanismo y fuente de suministro de energía adecuados para hacer avanzar o rotar los primer y segundo rodillos. De la forma más común, el sistema de accionamiento consistirá en uno o más motores, conectados a través de un engranaje apropiado a árboles que discurren por el eje central de los rodillos cilíndricos. En ciertas realizaciones, el sistema de accionamiento tendrá un primer motor, acoplado al primer rodillo a través de un primer conjunto de engranajes, y un segundo motor, acoplado al segundo rodillo a través de un segundo conjunto de engranajes. De esta forma, los primer y segundo motores pueden hacerse funcionar de forma independiente el uno del otro para, así, accionar los rodillos independientemente el uno del otro. El sistema de control puede ser cualquier sistema adecuado que gobierne el movimiento del sistema de accionamiento. De la forma más común, el sistema de control puede ser un controlador eléctrico o informático que envía señales al sistema de accionamiento (por ejemplo, los motores) con el fin de efectuar la magnitud deseada de movimiento de cada rodillo. Los sistemas de control y de accionamiento pueden ser ajustables con respecto a los parámetros que influyen en el procedimiento de suministro del polvo. Es decir, el sistema de control puede permitir entradas de usuario para ajustar independientemente una cualquiera o la totalidad de las velocidades del primer y/o del segundo rodillos, la distancia que rotan el primer y/o el segundo rodillos, y el tiempo que el primer y/o el segundo rodillos permanecen estacionarios entre las etapas de rotación. En algunas realizaciones, ciertos de estos parámetros pueden estar fijados, pero ha de apreciarse que siguen siendo seleccionados de forma independiente para los primer y segundo rodillos. Por ejemplo, una parte del sistema de accionamiento puede trabajar en concierto con el sistema de control para generar una rotación intermitente y alterna de los rodillos. Por ejemplo, puede utilizarse un único motor para accionar ambos rodillos utilizando un engranaje que permita que los primer y segundo rodillos se muevan en intervalos o en magnitudes diferentes. Un ejemplo de tal engranaje sería una rueda de engranaje a la que le faltan dientes, de tal manera que interactúa de forma alterna con el primer árbol de rodillo y con el segundo árbol de rodillo. En tal caso, el ajuste de la velocidad del motor afectaría en un mismo grado a la magnitud de rotación tanto el primer como del segundo rodillos, pero el primer rodillo seguiría rotando independientemente del segundo rodillo, en virtud del diseño global. En ciertas realizaciones, el sistema de control puede no ser ajustable por un operario y contener valores fijos adecuados para una operación de suministro de polvo específica.

En ciertas realizaciones, un método para suministrar polvo utilizando un aparato de suministro de polvo es como se ha descrito generalmente en lo anterior. El método comprende una primera etapa de proporcionar polvo al aparato de suministro de polvo. Se llevan a cabo una serie de operaciones de suministro de polvo, de tal manera que cada operación de suministro de polvo incluye las etapas de hacer rotar el primer rodillo una distancia en rotación fija y, a continuación, detenerlo. Una vez detenido el primer rodillo, puede hacerse rotar entonces el segundo rodillo una distancia en rotación fija, y, a continuación, detenerlo. Este ciclo del movimiento del primer rodillo seguido del movimiento del segundo rodillo puede ser, entonces, proseguido indefinidamente, hasta que se haya dispensado la cantidad deseada de polvo.

El polvo proporcionado será, generalmente, un polvo de flujo no libre. Con «flujo no libre» quiere decirse que puede llenarse de polvo el interior de un aparato de suministro de polvo estacionario según se ha descrito anteriormente, y el polvo formará una bóveda o puente a través de la abertura en forma de ranura. Es decir, en ausencia de

movimiento de los rodillos u otro mecanismo de forzamiento del polvo, el polvo no fluirá a través de la abertura en forma de ranura. En contraposición con esto, un polvo de flujo libre se verterá a través de la abertura en forma de ranura meramente como consecuencia del efecto de la gravedad sobre el polvo.

En ciertas realizaciones, el polvo proporcionado puede estar cohesionado. Es decir, las partículas individuales del polvo tienen la tendencia a adherirse unas a otras de una manera que tiende a impedir la capacidad de flujo del polvo. Es, generalmente, el caso que los polvos constituidos por partículas finas, esto es, un polvo micronizado, sean a menudo cohesivos. Otras influencias que pueden provocar que un polvo sea cohesivo incluyen la forma de las partículas, de tal manera que formas irregulares, no esféricas, a menudo conducen a una cohesión incrementada, así como a un contenido de humedad libre, lo que puede provocar fuerzas capilares entre las partículas individuales. Existe una variedad de medidas cuantitativas de la cohesión de los polvos, tal y como se explica más adelante.

En ciertas realizaciones, el polvo proporcionado tiene un ángulo de reposo mayor que aproximadamente 40 grados, en algunas realizaciones, mayor que aproximadamente 50 grados, y, en algunas realizaciones, mayor que aproximadamente 60 grados. El ángulo de reposo puede determinarse de conformidad con la especificación ASTM D6393-08: "Método de ensayo estándar para la caracterización de sólidos en masa mediante índices de Carr".

En ciertas realizaciones, el polvo proporcionado tiene un índice de flujo Jenike de menos de 4 aproximadamente, en algunas realizaciones, de menos de 3 aproximadamente, y, en algunas realizaciones, de menos de 2 aproximadamente. El índice de flujo Jenike puede ser determinado de conformidad con la especificación ASTM D6128-06: "Método de ensayo estándar para el ensayo de cizalladura de sólidos en masa utilizando la célula de cizalladura de Jenike".

En ciertas realizaciones, el polvo proporcionado tiene un índice de compresibilidad de Carr de un valor mayor que 15 aproximadamente, en algunas realizaciones, mayor que 20 aproximadamente, y, en algunas realizaciones, mayor que 25 aproximadamente. El índice de compresibilidad de Carr puede ser determinado de conformidad con la especificación ASTM D6393-08: "Método de ensayo estándar para la caracterización de sólidos en masa mediante índices de Carr".

En ciertas realizaciones, el contenido de agua libre del polvo puede ser mayor que el 2% en peso, en algunas realizaciones, mayor que el 5% en peso, y, en algunas realizaciones, mayor que el 10%. El agua libre se considera generalmente agua que se encuentra adsorbida en un polvo y que puede ser eliminada bajo condiciones de secado que eliminarán el agua, pero que no modifiquen de otro modo el polvo (por ejemplo, que no provoquen degradación química, fusión u otro cambio en la morfología de los cristales). Esto está en contraposición con, por ejemplo, el agua ligada presente en los hidratos moleculares, tales como el α -lactosa monohidrato, o agua atrapada en el seno de polvos cristalinos. El contenido de agua libre puede, generalmente, ser determinado por la pérdida de peso al secarse en condiciones apropiadas para un polvo concreto.

En ciertas realizaciones, el polvo proporcionado tiene un tamaño de partículas promedio, no aglomerado o primario, de menos de 50 micras aproximadamente, en algunas realizaciones, de menos de 20 micras aproximadamente, y, en algunas realizaciones, de menos de 10 micras aproximadamente.

En ciertas realizaciones, el polvo proporcionado estará compuesto, al menos parcialmente, de aglomerados relativamente grandes, con una dimensión promedio mayor o igual que aproximadamente 2 mm. En muchos casos, los aglomerados pueden ser de tamaño irregular y, por tanto, estar caracterizados por dimensiones que difieren dependiendo de la orientación de la medición. El tamaño de un aglomerado irregular puede ser equiparado a una partícula esférica que tenga el mismo volumen que el aglomerado, y puede darse la dimensión promedio de tal aglomerado irregular como el diámetro de la partícula esférica equivalente. Sin que sea la intención someterse a una teoría, se cree que el proceso de dispensación del polvo proporcionado a través del espacio de separación en forma de ranura imparte una fuerza de cizalladura al polvo que tiende a romper cualquier aglomerado del polvo proporcionado, de tal manera que el polvo dispensado es más finamente dispersado. En ciertas realizaciones, el polvo dispensado estará compuesto, al menos parcialmente, de finos aglomerados con una dimensión promedio de menos de 2.000 micras, en algunas realizaciones, de menos de 200 micras, y, en algunas realizaciones, de menos de 50 micras. En ciertas realizaciones, el polvo dispensado carecerá esencialmente de aglomerados grandes que tengan una dimensión promedio mayor o igual que 0,5 mm. En ciertas realizaciones, el polvo proporcionado puede haber sido previamente cribado. Es decir, el polvo se habrá sometido a un procedimiento de criba que puede servir para romper los aglomerados de gran tamaño. En tal caso, el polvo proporcionado puede comprender ya aglomerados finos, pero las fuerzas de cizalladura que se imparten al polvo proporcionado siguen pudiendo romper estos aglomerados en aglomerados más pequeños en el polvo dispensado.

El polvo proporcionado puede ser una amplia variedad de materiales diferentes, incluyendo productos alimenticios, medicamentos, cosméticos, gránulos abrasivos y absorbentes, aunque sin limitarse a estos.

En ciertas realizaciones, el polvo proporcionado puede ser un medicamento o fármaco. Puede desearse una dispensación exacta y precisa del polvo a la hora de la preparación de todo tipo de formas farmacéuticas dosificadas, incluyendo dosificaciones orales, tales como tabletas y cápsulas, dosificaciones transdérmicas, tales

como parches transdérmicos, dosificaciones tópicas, tales como cremas y geles, y dosificaciones de inhalación, tales como inhaladores de polvo en seco, inhaladores de dosis medida y nebulizadores. Los polvos dispensados pueden ser especialmente deseables para uso en inhaladores de polvo en seco, ya que el fármaco contenido en un inhalador de polvo en seco permanece en forma de partículas hasta que es inhalado por el paciente y es, generalmente, deseable que las partículas inhaladas sean de un tamaño muy fino.

Medicamentos adecuados incluyen cualquier fármaco o combinación de fármacos que sean sólidos o que puedan ser incorporados a un portador sólido. Fármacos adecuados incluyen los destinados al tratamiento de afecciones respiratorias, por ejemplo, broncodilatadores, antiinflamatorios (por ejemplo, corticosteroides), antialérgicos, antiasmáticos, antihistamínicos y agentes anticolinérgicos. Pueden emplearse también otros fármacos, tales como anoréticos, antidepresivos, agentes antihipertensivos, agentes antineoplásicos, antitusivos, antianginales, antiinfecciosos (por ejemplo, antibacterianos, antibióticos, antivirales), fármacos contra la migraña, antipéptidos, agentes dopaminérgicos, analgésicos, agentes de bloqueo beta-adrenérgico, fármacos cardiovasculares, hipoglucémicos, inmunomoduladores, agentes tensoactivos pulmonares, prostaglandinas, simpatomiméticos, tranquilizantes, esteroides, vitaminas y hormonas sexuales, vacunas y otras proteínas y péptidos terapéuticos.

Un grupo de fármacos preferidos para uso en dosificaciones por inhalación incluyen adrenalina, albuterol, atropina, beclometasona dipropionato, budesónida, butixocort propionato, ciclesónida, clemastina, cromolín, epinefrina, efedrina, fentanil, flunisolide, fluticasona, formoterol, bromuro de ipratropio, isoproterenol, lidocaína, mometasona, morfina, nedocromil, isoetionato de pentamidina, pirbuterol, prednisolona, resiquimod, salmeterol, terbutalina, tetraciclina, tiotropio, triamcinolona, vilanterol, zanavimir, 4-amino- $\alpha,\alpha,2$ -trimetil-1H-imidazo[4,5-c]quinolina-1-etanol, 2,5-dietil-10-oxo-1,2,4-triazolo[1,5-c]pirimido[5,4-b][1,4]tiazina, 1-(1-etilpropil)-1-hidroxi-3-fenilurea, así como sales y solvatos farmacéuticamente aceptables de estos, y mezclas de los mismos.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se utilizó un aparato de suministro de polvo con el diseño representado en las Figuras 1-5. Los dos rodillos cilíndricos se colocaron lado con lado (en el mismo plano horizontal) y en una orientación paralela el uno con respecto al otro. Cada rodillo se realizó a partir de acero inoxidable pulido, con dimensiones de aproximadamente 4,4 cm de longitud y 2,5 cm de diámetro. La rugosidad promedio (R_a –“roughness average”–) de los rodillos era de aproximadamente 0,25 micras (10 micropulgadas). La abertura en forma de ranura existente entre los dos rodillos se ajustó en 0,8 mm. Los rodillos eran accionados de forma independiente por SmartMotors® SM2316D-PLS2 (Animatics Corporation, de Santa Clara, CA), programados para rotar en una secuencia alterna (un rodillo rotando al tiempo que el otro rodillo se mantenía estacionario). Cada rodillo realizaba una rotación por pasos de 4,1 grados en dirección al rodillo opuesto. Cada paso de rotación requería un total de aproximadamente 24,5 milisegundos. No existía tiempo muerto entre las rotaciones de los rodillos individuales. Se colocó una cuchilla rascadora de acero inoxidable contra cada rodillo.

La porción de tolva del aparato de suministro de polvo se realizó de aluminio, con dimensiones internas de aproximadamente 5,1 cm (longitud), aproximadamente 4,4 cm (anchura y aproximadamente 2,4 cm (altura, medida desde la superficie superior de los rodillos). Las paredes laterales de la tolva que se orientaban en la dirección longitudinal de los rodillos cilíndricos se encontraban, cada una de ellas, inclinadas en un ángulo de 62 grados en dirección hacia la abertura conformada en forma de ranura.

Se añadió lactosa micronizada con un tamaño de partículas promedio de 2,64 micras (Micron Technologies, de Malvern, PA) hasta llenar la tolva, y la lactosa fue suministrada a través del aparato por gravedad y por la rotación de los rodillos. El procedimiento de suministro del polvo se llevó a cabo a 21°C y con una humedad relativa del 40%. Se añadió lactosa adicional a la tolva en el curso de las mediciones del suministro del polvo, a fin de mantener la tolva llena.

Para conseguir un funcionamiento de estado estacionario, el aparato se hizo funcionar durante cinco minutos antes de tomar las medidas. La cantidad (en gramos) de lactosa suministrada desde el aparato fue medida y registrada automáticamente en instantes definidos a lo largo de un periodo de cuarenta minutos. Los resultados se han presentado en la Tabla 1. Los resultados de la Tabla 1 se representaron gráficamente (como se muestra en la Figura 6), y el caudal de suministro se determinó en 0,56 gramos de lactosa por minuto ($R^2 = 0,9999$).

Tabla 1

Tiempo de suministro (minutos)	Cantidad total de lactosa suministrada (gramos)
5	2,42
10	5,15
15	7,85
20	10,77
25	13,45
30	16,25
35	19,05
40	21,94

Ejemplo 2

- 5 Se utilizó el aparato de suministro de polvo descrito en el Ejemplo 1. Se añadió, en lugar de lactosa, sulfato de albuterol que tenía un tamaño de partículas promedio de 1,5 micras, de la 3M, de Northridge, CA (material micronizado de 3M recibido de la Plantex (Teva), hasta llenar la tolva, y el sulfato de albuterol fue suministrado a través del aparato por gravedad y por la rotación de los rodillos. El procedimiento de suministro del polvo se llevó a cabo a 21°C y con una humedad relativa del 40%. Se añadió sulfato de albuterol adicional a la tolva en el curso de las mediciones del suministro del polvo con el fin de mantener la tolva llena.
- 10 Se cambiaron los siguientes parámetros con respecto al Ejemplo 1. Cada rodillo realizaba una rotación por pasos de 2,9 grados en dirección al rodillo opuesto (en lugar de una rotación por pasos de 4,1 grados), de manera que cada paso de rotación requería un total de 24,5 milisegundos aproximadamente. La abertura conformada en forma de ranura entre los dos rodillos se ajustó en 0,9 mm (en lugar de 0,8 mm).
- 15 No había tiempo muerto entre las rotaciones de los rodillos individuales. El aparato de hizo funcionar durante unos pocos segundos antes de que se tomaran las medidas. La cantidad (en gramos) de sulfato de albuterol suministrada desde el aparato fue automáticamente medida y registrada en instantes definidos a lo largo de un periodo de dos minutos. Los resultados se presentan en la Tabla 2. Los resultados se representaron gráficamente (según se muestra en la Figura 7) y el caudal de suministro se determinó en 72 mg de sulfato de albuterol por segundo ($R^2 = 0,9999$).
- 20 Tabla 2

Tiempo de suministro (segundos)	Cantidad total de sulfato de albuterol suministrada (gramos)
15	1,130
30	2,220
45	3,307
60	4,394
75	5,503
90	6,610
105	7,661
120	8,667

Ejemplo 3

Se siguió el mismo procedimiento experimental según se ha descrito en el Ejemplo 2, con la excepción de que el tiempo muerto entre las rotaciones de los rodillos individuales se ajustó en 24,4 milisegundos (en lugar de nada de tiempo muerto).

- 5 El aparato se hizo funcionar durante unos pocos segundos antes de que se tomaran las medidas. La cantidad (en gramos) de sulfato de albuterol suministrada desde el aparato fue automáticamente medida y registrada en instantes definidos a lo largo de un periodo de tres minutos. Los resultados se presentan en la Tabla 3. Los resultados fueron representados gráficamente (según se muestra en la Figura 8) y el caudal de suministro se determinó en 21,5 mg de sulfato de albuterol por segundo ($R^2 = 0,9989$).

10 Ejemplo 4

Se siguió el mismo procedimiento experimental según se ha descrito en el Ejemplo 2, con la excepción de que el tiempo muerto entre las rotaciones de los rodillos individuales se ajustó en 49 milisegundos (en lugar de nada de tiempo muerto).

- 15 El aparato se hizo funcionar durante unos pocos segundos antes de que se tomaran las medidas. La cantidad (en gramos) de sulfato de albuterol suministrada desde el aparato fue automáticamente medida y registrada en instantes definidos a lo largo de un periodo de tres minutos. Los resultados se presentan en la Tabla 3. Los resultados de la Tabla 3 fueron representados gráficamente (según se muestra en la Figura 8) y el caudal de suministro se determinó en 12,6 mg de sulfato de albuterol por segundo ($R^2 = 0,9998$).

Ejemplo 5

- 20 Se siguió el mismo procedimiento experimental según se ha descrito en el Ejemplo 2, con la excepción de que el tiempo muerto entre las rotaciones de los rodillos individuales se ajustó en 73,5 milisegundos (en lugar de nada de tiempo muerto).

- 25 El aparato se hizo funcionar durante unos pocos segundos antes de que se tomaran las medidas. La cantidad (en gramos) de sulfato de albuterol suministrada desde el aparato fue automáticamente medida y registrada en instantes definidos a lo largo de un periodo de tres minutos. Los resultados se presentan en la Tabla 3. Los resultados de la Tabla 3 fueron representados gráficamente (según se muestra en la Figura 8) y el caudal de suministro se determinó en 10,2 mg de sulfato de albuterol por segundo ($R^2 = 0,9999$).

Ejemplo 6

- 30 Se siguió el mismo procedimiento experimental según se ha descrito en el Ejemplo 2, con la excepción de que el tiempo muerto entre las rotaciones de los rodillos individuales se ajustó en 184 milisegundos (en lugar de nada de tiempo muerto).

- 35 El aparato se hizo funcionar durante unos pocos segundos antes de que se tomaran las medidas. La cantidad (en gramos) de sulfato de albuterol suministrada desde el aparato fue automáticamente medida y registrada en instantes definidos a lo largo de un periodo de tres minutos. Los resultados se presentan en la Tabla 3. Los resultados de la Tabla 3 fueron representados gráficamente (según se muestra en la Figura 8) y el caudal de suministro se determinó en 5,6 mg de sulfato de albuterol por segundo ($R^2 = 0,9994$).

Tabla 3

Ejemplo número	Tiempo muerto del rodillo (ms)	Cantidad total de sulfato de albuterol suministrada (gramos)								
		20	40	60	80	100	120	140	160	180
Ej. 3	24,5	0,504	0,984	1,442	1,871	2,338	2,747	3,174	3,556	3,951
Ej. 4	49	0,260	0,533	0,791	1,031	1,271	1,514	1,784	2,040	2,295
Ej. 5	73,5	0,216	0,422	0,627	0,842	1,035	1,241	1,452	1,641	1,858
Ej. 6	184	0,127	0,239	0,350	0,474	0,585	0,700	0,811	0,906	1,018

- 40 La presente invención no ha de considerarse como limitada a los ejemplos particulares que se han descrito en esta memoria, sino que, en lugar de ello, ha de entenderse de manera que cubra todos los aspectos de la invención

según se establecen claramente en las reivindicaciones que se acompañan. Diversas modificaciones, procedimientos equivalentes, así como numerosas estructuras a las que puede ser aplicable la presente invención resultarán fácilmente evidentes a las personas con conocimientos en la técnica a la que está dirigida la presente invención, a la vista de la presente memoria.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato (100) de suministro de polvo que comprende:
una tolva (102), que tiene paredes laterales (103) y un fondo,
de tal manera que el fondo comprende unos primer y segundo rodillos cilíndricos (106; 107) situados
5 adyacentes entre sí y configurados de manera que definen una abertura (108) conformada en forma de ranura entre
los dos rodillos, en el fondo de la tolva,
un sistema de accionamiento (110, 111) para hacer rotar los primer y segundo rodillos, y
un sistema de control para controlar el sistema de accionamiento,
10 caracterizado por que el sistema de accionamiento y el sistema de control están configurados para hacer rotar
intermitentemente el primer rodillo (106) independientemente del segundo rodillo (107).
- 2.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el sistema de
accionamiento y el sistema de control están configurados para hacer rotar intermitentemente el segundo rodillo (107)
independientemente del primer rodillo (106).
- 3.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el cual el
15 sistema de accionamiento comprende un primer motor, acoplado al primer rodillo (106), y un segundo motor,
acoplado al segundo rodillo (107).
- 4.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual
el sistema de control comprende un primer controlador para el primer motor y un segundo controlador para el
segundo motor.
- 20 5.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual
el sistema de control está configurado para hacer rotar el primer rodillo (106) mientras el segundo rodillo (107) está
estacionario.
- 6.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual
25 el sistema de control está configurado para hacer rotar el segundo rodillo (107) mientras el primer rodillo (106) está
estacionario.
- 7.- Un sistema (200) de suministro de polvo que comprende: un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo
con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; una banda movable (250), colocada por debajo de la abertura en
forma de ranura (208) del fondo de la tolva; y un rodillo de revestimiento (244), adyacente a la banda (250) y
separado de la posición de la banda (250), por debajo de la abertura en forma de ranura (208).
- 30 8.- Un sistema de suministro de polvo que comprende: un primer aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo
con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; un segundo aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con
una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; de tal manera que el segundo aparato (100) de suministro de polvo está
situado de forma tal, que el polvo dispensado desde el segundo aparato (100) de suministro de polvo es dispensado
al interior de la tolva (102) del primer aparato (100) de suministro de polvo.
- 35 9.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y que
comprende, adicionalmente, unos miembros (114; 115) de limpieza de rodillo, adyacentes a los primer y segundo
rodillos (106; 107) y colocados lejos de la abertura en forma de ranura (108).
- 10.- Un aparato (100; 200) de suministro de polvo de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual los miembros (114;
115) de limpieza de rodillo son cuchillas rascadoras.
- 40 11.- Un aparato (100; 200) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o de
las reivindicaciones 9 a 10, en el cual la porción inferior de al menos una de las paredes laterales (104; 105) de la
tolva está inclinada en dirección a la abertura en forma de ranura (108).
- 12.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o de las
reivindicaciones 9 a 11, en el cual la abertura (108) en forma de ranura tiene una anchura de entre
45 aproximadamente 0,3 mm y 5 mm.
- 13.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o de las
reivindicaciones 9 a 12, en el cual la abertura en forma de ranura (108) tiene una longitud de entre aproximadamente
0,5 cm y 100 cm.

14.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o de las reivindicaciones 9 a 13, en el cual los primer y segundo rodillos (106; 107) tienen una dureza Rockwell A de un valor mayor que aproximadamente 30.

5 15.- Un aparato (100) de suministro de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o de las reivindicaciones 9 a 14, en el cual los primer y segundo rodillos (106; 107) tienen una superficie cilíndrica exterior lisa.

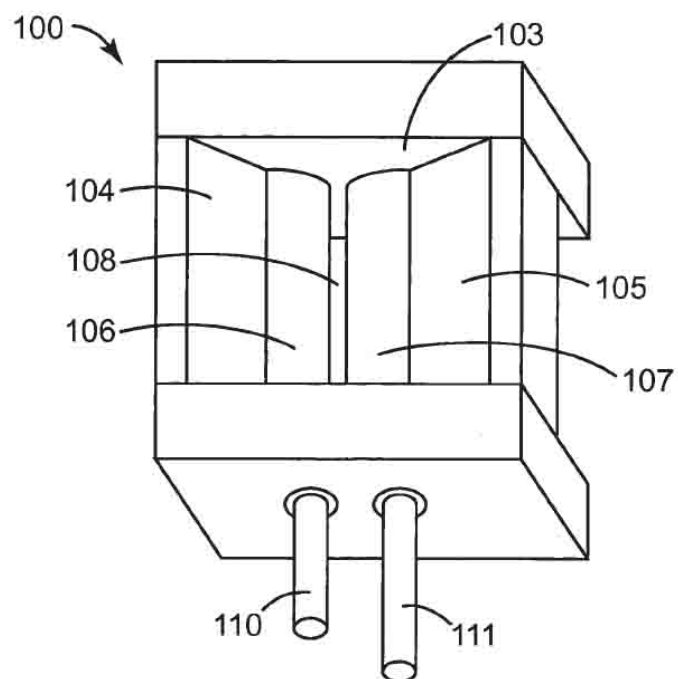


FIG. 1

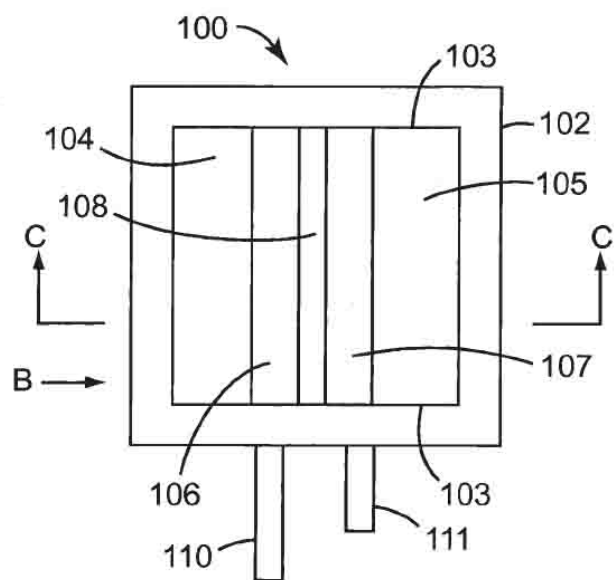


FIG. 2

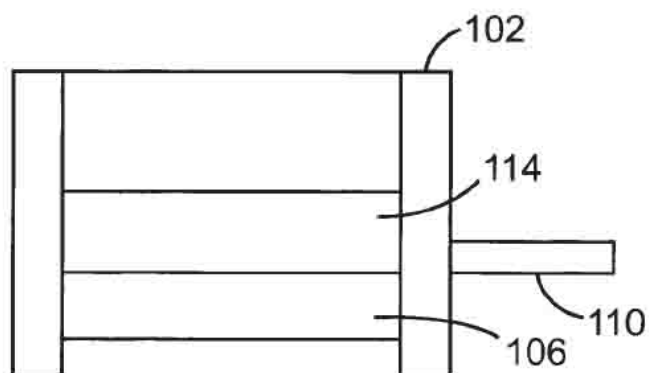


FIG. 3

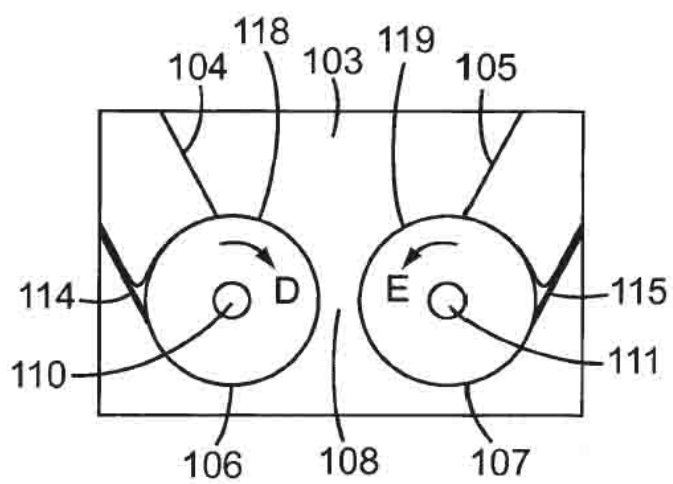


FIG. 4

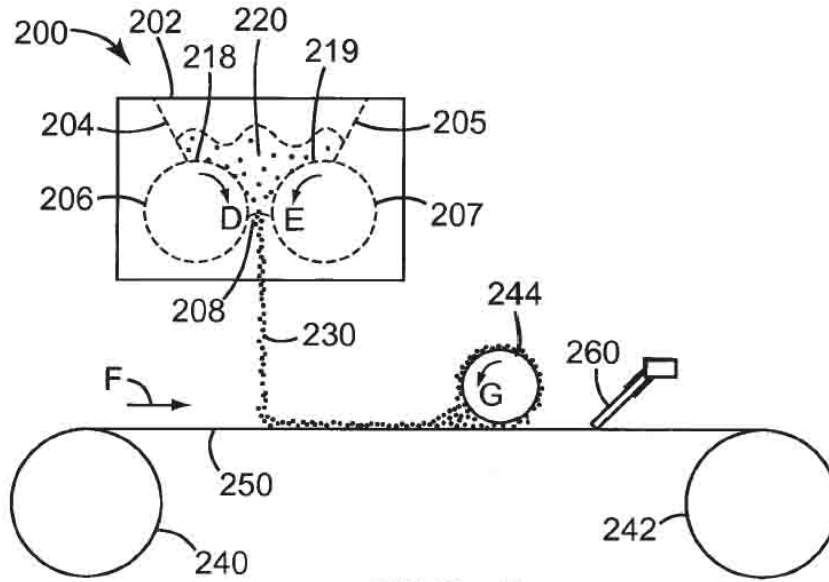


FIG. 5

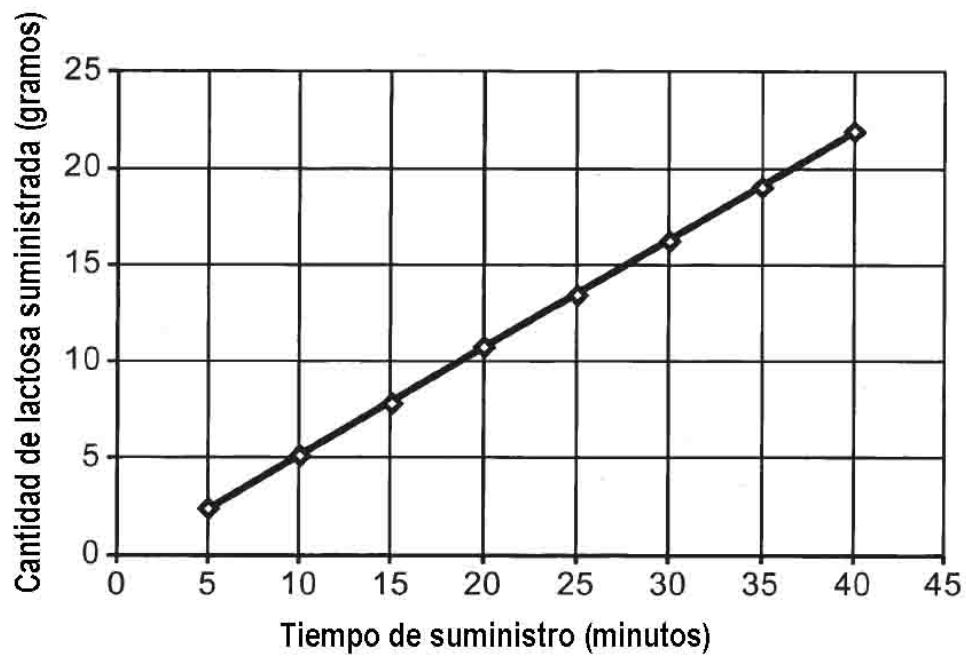


FIG. 6

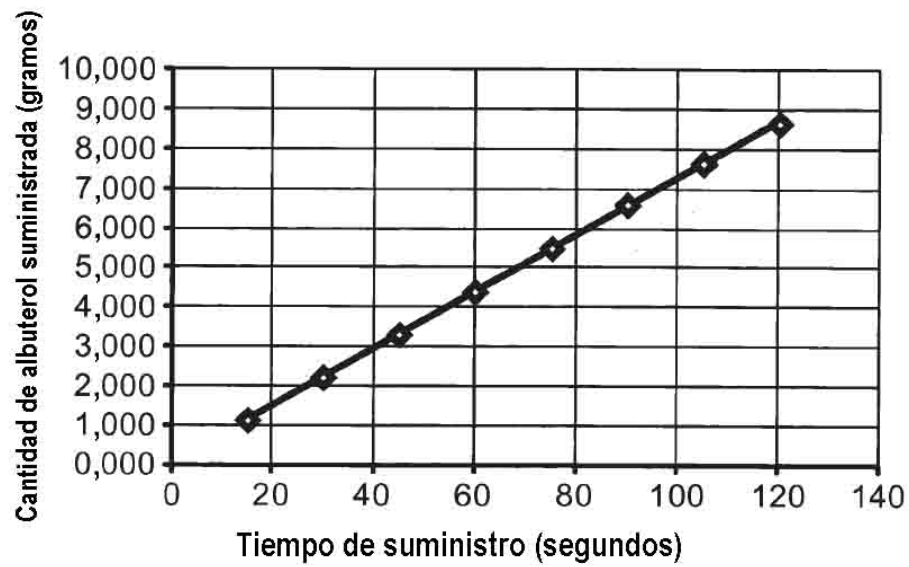


FIG. 7

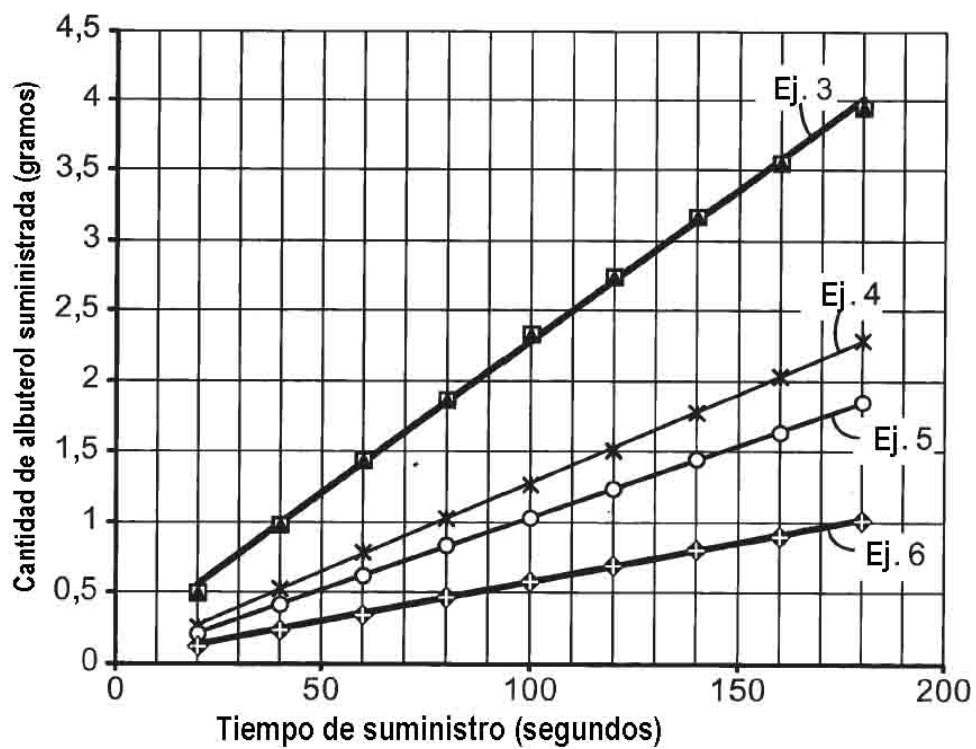


FIG. 8