(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 424 568**

(21) Número de solicitud: 201300551

(51) Int. Cl.:

B28B 13/02 (2006.01)
B30B 15/30 (2006.01)
B65G 47/18 (2006.01)
B65G 47/44 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

04.06.2013

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

04.10.2013

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (65.0%)
Avenida de la Paz 93
26006 Logroño (La Rioja) ES y
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (35.0%)

(72) Inventor/es:

ALBA ELÍAS, Fernando;
MARTÍNEZ MARTÍNEZ , Laura ;
GONZÁLEZ MARCOS, Ana y
ORDIERES MERE, Joaquin

(54) Título: **Carro alimentador para máquina compresora y uso del mismo**

(57) Resumen:

La invención describe un carro alimentador para máquina compresora, del tipo que presenta un extremo superior de llenado por el que se introduce un material particulado destinado a comprimirse en una matriz de la máquina compresora y un extremo inferior de descarga de dicho material particulado hacia dicha matriz. Al menos parte de los elementos constituyentes de dicho carro alimentador pueden desplazarse unos con respecto a otros, permitiendo así modificar la geometría de al menos uno de dicho extremo inferior de descarga, dicho extremo superior de llenado y una parte intermedia del carro alimentador entre ambos extremos. La invención también describe el uso de un carro alimentador de este tipo, que comprende las etapas iniciales de determinar la geometría de carro óptima para un material particulado que se desea comprimir y aplicar dicha geometría de carro optima al carro alimentador.

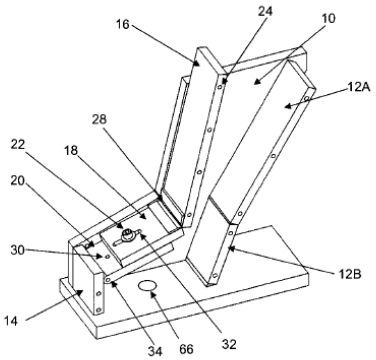


FIG. 1A

ES 2 424 568 A1

DESCRIPCIÓN

CARRO ALIMENTADOR PARA MÁQUINA COMPRESORA Y USO DEL MISMO

Campo de la invención

La presente invención se refiere de manera general al campo de las máquinas compresoras, y más concretamente a un carro alimentador para máquinas compresoras.

Antecedentes de la invención

Las máquinas compresoras se usan ampliamente en diversos campos de la técnica, tales como por ejemplo en farmacia, en la preparación de vitaminas, piezas mecánicas compactadas, microelectrónica, etc. Las máquinas compresoras se emplean junto con un carro alimentador, que proporciona el material particulado de partida a una matriz de la máquina compresora, en la que se comprime dicho material particulado para producir el artículo comprimido final.

Se conocen dos tipos principales de máquinas compresoras: las máquinas excéntricas y las rotatorias. Las máquinas excéntricas presentan una única matriz, dotada de una o más cámaras de compresión e insertada en una pieza denominada platina. En este tipo de máquinas, la matriz permanece fija y el carro alimentador se desplaza con un movimiento que permite llenar la matriz con material particulado, enrasar la matriz eliminando el material particulado sobrante y expulsar el artículo comprimido final.

Por su parte, las máquinas compresoras rotatorias cuentan con varias matrices y punzones insertados en una platina móvil circular. En este caso, el carro alimentador permanece fijo.

Al usar máquinas compresoras alimentadas mediante un carro o tolva, se produce un fenómeno denominado de segregación, que provoca un llenado no homogéneo de la matriz de la máquina compresora con material particulado. Evidentemente, este fenómeno se agrava cuando el material particulado está constituido por una mezcla de partículas de diferentes materiales con diferentes propiedades. Este fenómeno de segregación resulta particularmente perjudicial en aplicaciones en las que es importante mantener una proporción específica de los diversos materiales empleados para la fabricación del artículo comprimido final, tales como en la industria farmacéutica para la preparación de comprimidos.

Además también pueden producirse otras circunstancias perjudiciales

como problemas de compactación derivados de que unas partículas se quedan pegadas a las paredes y otras no, posibilidad de rotura de las pastillas al imprimir sobre ellas numeraciones, logotipos, etc.

Este fenómeno de segregación, que consiste en la agrupación de partículas similares, se produce mediante una combinación de diversos mecanismos:

- un mecanismo de condensación que se produce por la diferencia de densidad entre diversas partículas que componen el material particulado: las partículas más pesadas tienden a ubicarse en la parte inferior y las menos pesadas en la parte superior;
- un mecanismo de convección: se produce en mezclas de partículas de diferentes tamaños, que al someterse a ciertas condiciones de vibración experimentan un movimiento cíclico que hace que se acumulen en regiones localizadas;
- una segregación por percolación provocada por la entrada de partículas pequeñas en los espacios vacíos generados por partículas más grandes, en la dirección de la aceleración de la gravedad, hasta que la estructura granular tiende a ser localmente de partículas iguales; y
- una trayectoria de segregación por la que los efectos de fricción reducen las velocidades de las partículas más pequeñas o más angulares en una fina capa de material en movimiento.

Por tanto, la combinación de uno o más de los mecanismos anteriores provoca la segregación o separación de diversas partículas que componen un material particulado de partida a lo largo de su desplazamiento desde el carro alimentador hasta la matriz de la máquina compresora.

Durante el llenado del carro alimentador puede producirse un primer fenómeno de segregación dado que las partículas caen a distintas velocidades en función de sus propiedades, y también rebotan de distinta manera unas contra otras y contra las paredes del carro. Por tanto, las propiedades de las partículas (densidad, forma, tamaño, etc.), los coeficientes de fricción (estático y de rodamiento) y de restitución (en los contactos partícula-partícula y partícula-carro), la geometría del carro, etc. afectan a este primer fenómeno de segregación.

El continuo llenado de la(s) matriz/matrices también provoca un fenómeno de segregación, dado que las partículas se desplazan dentro del carro a distintas velocidades debido a los factores mencionados anteriormente.

En el caso de las máquinas compresoras excéntricas, en las que el carro alimentador se somete a un desplazamiento continuo tal como se mencionó anteriormente, este desplazamiento del carro provoca una segregación adicional de las partículas presentes en su interior por los factores anteriormente mencionados.

Tal como se mencionó anteriormente, la geometría del carro alimentador influye sobre dichos fenómenos de segregación. Sin embargo, no es posible diseñar un carro alimentador con una geometría óptima universal que reduzca los fenómenos de segregación ya que dicha segregación también depende de otros factores tales como las propiedades y proporciones de las diferentes partículas que componen el material particulado, etc.

El documento US 6764296 da a conocer un método de fluidización del contenido de un carro alimentador con objeto de reducir estos fenómenos de segregación. Los materiales particulados se hacen pasar a través de un fluidizador que está dividido mediante una placa de distribución para formar una primera y una segunda cámara. Los materiales particulados pasan a través de dicha primera cámara que está en comunicación de gases con dicha segunda cámara por medio de la placa de distribución porosa. Se suministra gas a la segunda cámara a una presión suficiente para generar un cojinete de gas entre la placa de distribución porosa y el material particulado. Se permite que el gas migre a través del material particulado, después se evacúa a la atmósfera circundante sin provocar turbulencias sustanciales en el material particulado.

Sin embargo, mediante el método dado a conocer en el documento US 6764296 resulta difícil controlar la homogeneización del material particulado y por tanto no es posible garantizar que los artículos comprimidos finales presenten la uniformidad de peso y composición necesaria.

Por tanto, sigue existiendo en la técnica la necesidad de un carro alimentador que permita reducir los fenómenos de segregación producidos durante la fabricación de artículos comprimidos, obteniendo así una mejora en la uniformidad de peso y composición de dichos artículos comprimidos.

Sumario de la invención

La presente invención soluciona los problemas de la técnica anterior dando a conocer un carro alimentador para máquina compresora cuya geometría puede variarse en función de las propiedades y proporciones de las partículas que componen el material particulado de partida, de modo que se

minimizan los fenómenos de segregación producidos dentro de dicho carro alimentador.

Concretamente, según un primer aspecto, la presente invención da a conocer un carro alimentador para máquina compresora, del tipo que presenta un extremo superior de llenado por el que se introduce un material particulado destinado a comprimirse en una matriz de la máquina compresora y un extremo inferior de descarga de dicho material particulado hacia dicha matriz. Al menos parte de los elementos que constituyen el carro alimentador de la presente invención pueden desplazarse unos con respecto a otros, permitiendo así modificar la geometría de al menos uno de dicho extremo inferior de descarga, dicho extremo superior de llenado y una parte intermedia del carro alimentador entre ambos extremos. El término "desplazarse" debe interpretarse de forma amplia, pudiendo referirse dicho término a "modificarse" la posición de los elementos del carro para modificar su geometría, "variar el diámetro" del carro para modificar su geometría o "variar" la sección del carro, entre otros conceptos equivalentes.

Según un segundo aspecto, la presente invención da a conocer un uso de un carro alimentador para máquina compresora según el primer aspecto de la presente invención. El uso según el segundo aspecto de la presente invención comprende las etapas de:

- determinar la geometría de carro óptima para un material particulado que se desea comprimir;
- aplicar dicha geometría de carro óptima al carro alimentador;
- llenar el carro alimentador con el material particulado; y
- accionar la máquina compresora para fabricar los artículos comprimidos.

Tal como se describirá a continuación en el presente documento, la determinación de la geometría de carro óptima puede realizarse mediante ensayos empíricos o mediante simulación informática.

Breve descripción de las figuras

La presente invención se entenderá mejor con referencia a las siguientes figuras que ilustran realizaciones preferidas de la invención, proporcionadas a modo de ejemplo, y que no deben interpretarse como limitativas de la invención de ninguna manera.

Las figuras 1A y 1B muestran vistas en perspectiva de un carro alimentador según una primera realización preferida de la presente invención.

Las figuras 2A y 2B muestran vistas en perspectiva de un carro alimentador según una segunda realización preferida de la presente invención.

Las figuras 3A y 3B muestran vistas en perspectiva de un carro alimentador según una tercera realización preferida de la presente invención.

La figura 4 muestra vistas en sección lateral de un carro alimentador según la primera realización preferida de la invención en cuatro configuraciones de geometría distintas.

La figura 5A muestra vistas en sección lateral de un carro alimentador según la primera realización preferida de la invención en dos configuraciones de geometría distintas.

La figura 5B muestra vistas en sección lateral de un carro alimentador según la segunda realización preferida de la invención en dos configuraciones de geometría distintas.

La figura 5C muestra vistas en sección lateral de un carro alimentador según la tercera realización preferida de la invención en dos configuraciones de geometría distintas.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Tal como se usa a lo largo del presente documento y en las reivindicaciones adjuntas, el término "máquinas compresoras" se refiere a las máquinas empleadas en cualquier campo de la técnica para la preparación de artículos comprimidos (comprimidos farmacéuticos, vitaminas, piezas para microelectrónica, piezas compactadas estructurales, etc.) que pueden alimentarse con material particulado procedente de un carro alimentador.

Tal como se usa a lo largo del presente documento y en las reivindicaciones adjuntas, el término "material particulado" se refiere a cualquier tipo de material empleado para la preparación de artículos comprimidos mediante máquinas compresoras, independientemente del tamaño y la forma (cilíndrica, esférica, etc.) del mismo.

Haciendo ahora referencia a las figuras 1A y 1B, se describe un carro alimentador según una primera realización preferida de la presente invención. Este carro alimentador está constituido por dos placas laterales (10), dos placas traseras (12A, 12B) y una placa delantera inferior fija (14). Estos elementos permanecerán fijos e invariables para todas las geometrías configurables del carro alimentador. Las placas traseras (12A, 12B) y la placa delantera inferior fija (14) se unen a las placas laterales (10) de manera clásica mediante tornillería. Sin embargo, el experto en la técnica entenderá que

pueden usarse otros medios de unión tales como soldadura, adhesivos, etc.

Con el fin de variar su geometría, el carro alimentador comprende además una placa delantera superior móvil (16), una primera placa delantera deslizante (18) y una segunda placa delantera deslizante (20).

La placa delantera superior (16) puede fijarse a ambas placas laterales (10) mediante tornillería (22) en una pluralidad de posiciones. Para ello, tal como puede apreciarse en la figuras 1A, la placa delantera superior (16) presenta una pluralidad de orificios roscados (24). Por su parte, tal como se observa en la figura 1B, las placas laterales (10) presentan un par de ranuras (26). La tornillería se introduce a través de las ranuras (26) en el interior de los orificios roscados (24) para fijar la placa delantera superior (16) a las placas laterales (10) en la posición deseada.

Por su parte, la primera placa delantera deslizante (18) se une a la placa delantera superior (16) mediante una bisagra (28) que permite variar el ángulo de inclinación formado entre ambas, proporcionando así un grado de libertad más para la variación de la geometría del carro alimentador.

La primera placa delantera deslizante (18) se une a la segunda placa delantera deslizante (20) mediante tornillería (22) a través de un orificio roscado (30) presente en la segunda placa delantera deslizante (20) y una ranura (32) presente en la primera placa delantera deslizante (18), permitiendo dicha ranura (32) el deslizamiento relativo de una placa delantera deslizante con respecto a la otra. Según la realización preferida, la segunda placa delantera deslizante (20) presenta una pluralidad de orificios roscados (30), de modo que la primera placa delantera deslizante (18) y la segunda placa delantera deslizante (20) pueden fijarse entre sí en una pluralidad de posiciones mediante tornillería (22) a través de la ranura (32) y uno cualquiera de la pluralidad de orificios roscados (30).

Por último, la segunda placa delantera deslizante (20) puede fijarse a ambas placas laterales (10) mediante tornillería (22) en una pluralidad de posiciones. Para ello, la segunda placa delantera deslizante (20) presenta un orificio roscado (34) dispuesto para coincidir con uno de una pluralidad de orificios (36) presentes en las placas laterales (10). Así, tal como se describirá a continuación en el presente documento, dependiendo de en cuál de la pluralidad de orificios (36) de las placas laterales (10) se fije el orificio roscado (34) de la segunda placa delantera deslizante (20), el carro alimentador presentará una geometría diferente que influirá sobre los fenómenos de segregación experimentados por el material particulado en su interior.

Según la realización mostrada en las figuras 1A y 1B, la segunda placa delantera deslizante (20) puede fijarse a las placas laterales (10) en ocho configuraciones geométricas diferentes, con lo cual se proporciona una gran variedad de elección de la geometría del carro alimentador con el fin de reducir al mínimo los fenómenos de segregación producidos. Evidentemente, el experto en la técnica entenderá que esta realización no es limitativa y que pueden diseñarse otros carros alimentadores según la presente invención con más o menos configuraciones geométricas posibles.

Haciendo ahora referencia a las figuras 2A y 2B adjuntas, se muestra una segunda realización preferida del carro alimentador de la presente invención. Según esta segunda realización, el carro alimentador está constituido por dos placas laterales (38), una placa delantera (40) y una placa trasera (42). Cada placa lateral (38) presenta una ranura superior (44) y una ranura inferior (46). La placa delantera (40) y la placa trasera (42) presentan, cada una, un orificio roscado de fijación inferior (48) y una pluralidad de orificios roscados de fijación superiores (50) para fijar dichas placas delantera (40) y trasera (42) a las placas laterales (38) en una pluralidad de posiciones mediante tornillería (52) a través de las ranuras inferiores (46) y superiores (44), respectivamente.

Por tanto, el carro alimentador según esta segunda realización preferida de la invención permite variar la geometría completa del mismo desde su extremo superior de llenado hasta su extremo inferior de descarga.

Tal como puede observarse en la figuras 2A, las paredes laterales (38) también comprenden una ranura intermedia (54) cuya función es adaptar el carro alimentador para su uso según una tercera realización preferida de la presente invención descrita a continuación en el presente documento. Dado que según esta segunda realización preferida de la presente invención dicha ranura intermedia (54) carece de utilidad, se cubre con una tapa (56) para evitar que se escape material particulado a través de dicha ranura intermedia (54).

Haciendo ahora referencia a las figuras 3A y 3B, se muestra una tercera realización preferida del carro alimentador de la presente invención. En este caso, la composición del carro alimentador es sustancialmente similar a la del carro alimentador según la segunda realización preferida de la presente invención descrita anteriormente, con la diferencia de que comprende además un tubo interior (58) que recorre el carro alimentador desde su extremo superior de llenado hasta su extremo inferior de descarga. El tubo interior (58) está

destinado a contener en su interior el material particulado. El tubo interior (58) presenta una primera abrazadera (60) en su extremo superior, una segunda abrazadera (62) en su extremo inferior y una abrazadera intermedia (64). Cada abrazadera (60, 62, 64) comprende al menos un orificio roscado para su fijación mediante tornillería a las placas laterales (38) a través de las ranuras superiores (44), inferiores (46) e intermedias (54), respectivamente, en una pluralidad de posiciones.

Según otra realización de la presente invención, el carro alimentador está constituido por un tubo (58), preferiblemente de un material flexible que permite su flexión pero lo suficientemente rígido para que mantenga la posición fijada. Dicho tubo (58) presenta unos medios de fijación que permiten variar la geometría completa del carro alimentador. Dichos medios de fijación pueden ser una primera abrazadera (60) en su extremo superior y una segunda abrazadera (62) en su extremo inferior, aunque se permiten otros medios de fijación equivalentes, mediante lo cual se proporcionan puntos de fijación que permiten variar la geometría completa del carro alimentador desde su extremo superior de llenado hasta su extremo inferior de descarga. Para fijar el tubo y poder determinar su geometría mediante los parámetros indicados en la presente memoria, dicho tubo se puede fijar a una placa lateral (38) que presenta una ranura superior (44) y una ranura inferior (46), donde se puede fijar el tubo mediante las abrazaderas (60, 62). El carro alimentador puede comprender una abrazadera intermedia (64) para proporcionar otro punto de fijación.

El experto en la materia, comprenderá que el tubo (58) puede ser de sección circular, cuadrada u otro tipo de sección conveniente. Al mismo tiempo, dicha sección puede permanecer constante o variar a lo largo del recorrido del tubo, en función de las necesidades.

Así, el carro alimentador según la presente invención (mostrada a modo de ejemplo según las realizaciones preferidas de la misma) permite variar la geometría interior del mismo (ya sea en su extremo inferior o a lo largo de todo el recorrido interno del carro alimentador) con el objetivo de encontrar una geometría óptima que minimice los efectos de segregación para cada material particulado específico que esté empleándose. De esta forma, al comprimir el material particulado en una matriz (66) de la máquina compresora, se obtienen los comprimidos uniformes en peso y composición.

La presente invención también da a conocer el uso de un carro alimentador para máquina compresora tal como cualquiera de los descritos

anteriormente en el presente documento. El uso según la presente invención comprende las etapas de:

- determinar la geometría de carro óptima para un material particulado que se desea comprimir;
- aplicar dicha geometría de carro óptima al carro alimentador;
- llenar el carro alimentador con el material particulado; y
- accionar la máquina compresora para fabricar los artículos comprimidos.

La etapa de determinar la geometría de carro óptima puede realizarse de manera empírica llevando a cabo una serie de ensayos hasta conseguir dicha geometría óptima, o mediante simulación informática. Concretamente, según una realización preferida de la presente invención, la etapa de determinar la geometría de carro óptima comprende:

a) aplicar una primera geometría al carro alimentador;
b) fabricar artículos comprimidos con dicha primera geometría;
c) analizar la composición de los artículos comprimidos;
d) repetir las etapas a)-c) para una pluralidad de geometrías de carro distintas; y
e) determinar la geometría óptima para el material particulado empleado de entre la pluralidad de geometrías aplicadas al carro alimentador.

Según una segunda realización preferida de la presente invención, la etapa de determinar la geometría de carro óptima comprende:

a) introducir parámetros que afectan a la segregación del material particulado en el carro alimentador en un software informático;
b) realizar simulaciones de segregación del material particulado con diversas geometrías del carro alimentador mediante dicho software informático; y
c) determinar la geometría óptima para el material particulado empleado de entre la pluralidad de geometrías simuladas para el carro alimentador.

El software informático realiza preferiblemente dicha simulación basándose en el método de los elementos discretos (DEM, *discrete element method*). El método DEM se utiliza en la técnica para estudiar los fenómenos de segregación. Es un método eficaz para abordar la ingeniería en materiales granulares y discontinuos, y es especialmente útil para el estudio de flujos de partículas granulares, la mecánica de polvos y la mecánica de rocas.

Los parámetros que afectan a la segregación del material particulado en el carro alimentador y que deben introducirse en el software informático para permitir realizar dicha simulación incluyen por ejemplo las dimensiones y la densidad del material particulado, así como preferiblemente también el coeficiente de restitución, el coeficiente de fricción estático y el coeficiente de fricción de rodadura entre las partículas del material particulado y entre el material particulado y el carro alimentador.

A continuación se describen dos ejemplos ilustrativos y no limitativos de determinación de la geometría de carro óptima para un carro alimentador según la presente invención.

Ejemplo 1

En este primer ejemplo, se estudiaron mezclas con dos componentes: C1 y C2. El componente C1 fueron cilindros de 1,6 mm de diámetro y 1,6 mm de altura, y con una densidad de 1104 kg/cm^3. El componente C2 fueron cilindros de 2,1 mm de diámetro y 3,4 mm de altura, y con una densidad de 1021 kg/cm^3. Se estudiaron tres mezclas de estos componentes C1/C2: 75%/25%, 25%/75% y 50%/50%.

En la figura 4, se muestran las cuatro geometrías de carro estudiadas para determinar la geometría óptima para cada una de esas mezclas. En todas las simulaciones, se reprodujo el movimiento alternativo de un carro alimentador real en cuanto a desplazamientos, tiempos, velocidades y aceleraciones. Las geometrías estudiadas fueron:

4V-120: La segunda placa delantera deslizante fijada al orificio 4 vertical de las placas laterales. La primera placa delantera deslizante y la placa delantera superior forman un ángulo de 120º.

2V-120: La segunda placa delantera deslizante fijada al orificio 2 vertical de las placas laterales. La primera placa delantera deslizante y la placa delantera superior forman un ángulo de 120º.

2H-150: La segunda placa delantera deslizante fijada al orificio 2 horizontal de las placas laterales. La primera placa delantera deslizante y la placa delantera superior forman un ángulo de 150º.

0H-130: La segunda placa delantera deslizante fijada al orificio 0 (orificio de esquina) de las placas laterales. La primera placa delantera deslizante y la placa delantera superior forman un ángulo de 130º.

Para cada simulación se determinó la raíz cuadrada del error cuadrático medio (RMSE) correspondiente, por un lado, a los primeros 50 comprimidos

obtenidos y, por otro lado, a los comprimidos 20-50 obtenidos en el denominado régimen nominal. En efecto, al llenar el carro alimentador en parada se produce un primer fenómeno de segregación que afecta aproximadamente a los primeros 20 comprimidos. Los comprimidos 20-50 se ven afectados únicamente por la segregación propia del movimiento alternativo del carro alimentador.

La tabla 1 a continuación muestra el RMSE entre el porcentaje teórico del componente de referencia y el porcentaje real de dicho componente de referencia en los 50 primeros comprimidos. De este modo, el RMSE refleja el grado de segregación que se produce en el proceso, de tal manera que cuanto menor es el RMSE, menor segregación se ha producido. Por lo tanto, los valores en negrita indican la geometría de carro óptima.

Tabla 1

Porcentaje de componentes	Configuración				Componente de referencia (porcentaje teórico)
C1/C2	4V-120	2V-120	2H-150	0H-130	
75/25	6,40	3,97	4,02	**3,49**	C2 (25%)
25/75	6,02	**3,68**	4,26	3,78	C1 (25%)
50/50	7,87	4,88	**4,50**	4,85	C1/C2 (50%)

La tabla 2 a continuación muestra el RMSE entre el porcentaje teórico del componente de referencia y el porcentaje real de dicho componente de referencia del comprimido 20 al comprimido 50. Los valores en negrita indican la geometría de carro óptima.

Tabla 2

Porcentaje de componentes	Configuración				Componente de referencia (porcentaje teórico)
C1/C2	4V-120	2V-120	2H-150	0H-130	
75/25	4,34	2,38	3,36	**2,15**	C2 (25%)
25/75	3,17	2,02	3,87	**1,88**	C1 (25%)
50/50	5,03	**2,37**	4,26	2,53	C1/C2 (50%)

Tal como puede observarse a partir de las tablas anteriores, la

configuración de carro óptima varía con la proporción de las diferentes partículas que constituyen el material particulado usado como materia prima. Por tanto, se demuestra la necesidad de un carro de geometría variable como el dado a conocer de manera novedosa por la presente invención que pueda adaptarse y proporcionar una configuración óptima para cada composición de material particulado diferente que se use como materia prima.

Ejemplo 2

Se realizaron simulaciones similares a las del ejemplo 1 mediante el método de los elementos discretos. En este caso, las partículas que componían el material particulado fueron:

Componente C1: Esferas de 2 mm de diámetro y con una densidad de 1150 kg/cm^3.

Componente C2: Esferas de 4 mm de diámetro y con una densidad de 1150 kg/cm^3.

En este caso se tuvieron en cuenta en la simulación informática de otros parámetros adicionales que también afectan a los fenómenos de segregación que se producen en el interior del carro alimentador. Estos parámetros se resumen en la tabla 3 a continuación:

Tabla 3

		C1	C2
Coeficiente de restitución	Partícula-carro	0,2	0,2
	Partícula-partícula	0,7	0,7
Coeficiente de fricción estático	Partícula-carro	0,5	0,5
	Partícula-partícula	0,5	0,5
Coeficiente de fricción de rodadura	Partícula-carro	0	0
	Partícula-partícula	0,5	0,5

Se estudiaron tres proporciones distintas de los componentes C1/C2: 15%/85%, 85%/15% y 50%/50%, en dos geometrías distintas de cada una de las tres realizaciones preferidas del carro alimentador de la presente invención descritas anteriormente en el presente documento (figuras 1A, 1B; 2A, 2B; y 3A, 3B respectivamente).

Las figuras 5A, 5B y 5C adjuntas muestran, cada una, las dos configuraciones estudiadas de los carros alimentadores según las diversas realizaciones preferidas de la presente invención. Las cotas incluidas en dichas

figuras constituyen las disposiciones geométricas exactas de estudio.

Las tablas 4, 5 y 6 a continuación muestran los resultados del RMSE obtenidos para cada una de las configuraciones estudiadas para cada una de las configuraciones de carro alimentador. Una vez más, los valores en negrita indican la geometría de carro óptima para cada caso.

Tabla 4: Primera realización del carro alimentador

Porcentaje de componentes	Configuración		Componente de referencia
C1/C2	A	B	(porcentaje teórico)
15/85	**5,822**	6,293	C1 (15%)
85/15	6,401	**5,433**	C2 (15%)
50/50	8,818	**7,024**	C1 (50%)

Tabla 5: Segunda realización del carro alimentador

Porcentaje de componentes	Configuración		Componente de referencia
C1/C2	A	B	(porcentaje teórico)
15/85	7,718	**4,178**	C1 (15%)
85/15	**6,648**	8,586	C2 (15%)
50/50	**6,138**	7,626	C1 (50%)

Tabla 6: Tercera realización del carro alimentador

Porcentaje de componentes	Configuración		Componente de referencia
C1/C2	A	B	(porcentaje teórico)
15/85	**2,471**	3,911	C1 (15%)
85/15	5,293	**5,277**	C2 (15%)
50/50	**4,339**	6,022	C1 (50%)

Aunque se ha descrito la presente invención con referencia a varias realizaciones preferidas de la misma, el experto en la técnica entenderá que pueden aplicarse modificaciones y variaciones a las mismas sin por ello apartarse del espíritu y el alcance de la presente invención.

Por ejemplo, aunque se han descrito varias realizaciones de carros alimentadores para máquinas compresoras cuya geometría puede variarse según diversas configuraciones, debe entenderse que la invención no se limita a dichas realizaciones y que se refiere de manera general a un carro alimentador para máquina compresora del tipo que presenta un extremo

superior de llenado por el que se introduce un material particulado destinado a comprimirse en una matriz de la máquina compresora y un extremo inferior de descarga de dicho material particulado hacia dicha matriz, siempre que al menos parte de los elementos constituyentes de dicho carro alimentador puedan desplazarse unos con respecto a otros, permitiendo así modificar la geometría de al menos uno de dicho extremo inferior de descarga, dicho extremo superior de llenado y una parte intermedia del carro alimentador entre ambos extremos. En la práctica, pudiendo definir todos los parámetros geométricos del carro, que puede presentar diferentes variaciones en su forma (sea cual sea su forma, es posible determinar/calcular su geometría), pudiendo definir los diferentes parámetros de la propia mezcla a comprimir y otros parámetros de efectos mecánicos del proceso, se posibilita mediante un software o medios empíricos determinar dicha geometría óptima del carro, lo que reduce de manera significativa el efecto de segregación del material comprimido. Una vez determinada la geometría óptima, se configura el carro convenientemente, según los datos determinados.

Asimismo, aunque se ha descrito un carro alimentador según la primera realización preferida de la invención que presenta dos placas traseras, debe entenderse que realizaciones adicionales de dicho carro alimentador pueden presentar una única placa trasera, o más de dos placas traseras, sin por ello apartarse del alcance de la invención.

Del mismo modo, aunque se ha descrito un carro alimentador según la tercera realización preferida de la invención que presenta una ranura intermedia y una abrazadera intermedia, debe entenderse que otras realizaciones del carro alimentador pueden carecer de dichas ranura intermedia y abrazadera intermedia.

Los diversos elementos constituyentes del carro alimentador de la presente invención pueden ser cualquier material adecuado y usado habitualmente en la técnica, tal como por ejemplo acero. En caso de comprender un tubo interior, éste puede fabricarse de cualquier material adecuado, tal como polietileno, PVC, acero, etc.

El carro alimentador de la presente invención puede presentar inscripciones numéricas, angulares, etc. para facilitar la configuración de las diversas geometrías posibles del mismo por parte del usuario.

El carro alimentador de la presente invención puede aplicarse a cualquier tipo de máquina compresora adecuado, ya sea de tipo excéntrico o rotatorio.

REIVINDICACIONES

1. Carro alimentador para máquina compresora, del tipo que presenta un extremo superior de llenado por el que se introduce un material particulado destinado a comprimirse en una matriz de la máquina compresora y un extremo inferior de descarga de dicho material particulado hacia dicha matriz, caracterizado por que al menos parte de los elementos constituyentes de dicho carro alimentador pueden desplazarse unos con respecto a otros, permitiendo así modificar la geometría de al menos uno de dicho extremo inferior de descarga, dicho extremo superior de llenado y una parte intermedia del carro alimentador entre ambos extremos.

2. Carro alimentador según la reivindicación 1, caracterizado por que está constituido por dos placas laterales (10), al menos una placa trasera (12A, 12B), una placa delantera inferior fija (14), una placa delantera superior móvil (16), una primera placa delantera deslizante (18) y una segunda placa delantera deslizante (20); que permiten variar la geometría del carro alimentador.

3. Carro alimentador según la reivindicación 2, caracterizado por que:
   - la placa delantera superior (16) puede fijarse a cada placa lateral (10) en una pluralidad de posiciones mediante tornillería (22) a través de una pluralidad de orificios roscados (24) en la placa delantera superior (16) y una pluralidad de ranuras (26) correspondientes en cada placa lateral (10);
   - la primera placa delantera deslizante (18) se une a la placa delantera superior (16) mediante una bisagra (28) que permite variar el ángulo de inclinación formado entre ambas;
   - la primera placa delantera deslizante (18) se une a la segunda placa delantera deslizante (20) mediante tornillería (22) a través de un orificio roscado (30) presente en una de la primera o la segunda placas delanteras deslizantes y una ranura (32) presente en la otra de la segunda o la primera placas delanteras deslizantes, permitiendo dicha ranura (32) el deslizamiento relativo de una placa delantera deslizante con respecto a la otra;
   - la segunda placa delantera deslizante (20) puede fijarse a cada placa lateral (10) en una pluralidad de posiciones mediante tornillería (22) a través de un orificio roscado (34) en la segunda placa delantera deslizante (20) y uno de una pluralidad de orificios (36) en cada placa

lateral (10);

mediante lo cual las diversas posiciones de fijación posibles de la placa delantera superior (16), la primera placa delantera deslizante (18) y la segunda placa delantera deslizante (20) permiten variar la geometría del extremo inferior de descarga del carro alimentador.

4. Carro alimentador según cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado por que la primera placa delantera deslizante (18) presenta una ranura (32) y la segunda placa delantera deslizante (20) presenta una pluralidad de orificios roscados (30) permitiendo la fijación de la primera placa delantera deslizante (18) y la segunda placa delantera deslizante (20) mediante tornillería (22) a través de uno cualquiera de dicha pluralidad de orificios roscados (30) y de la ranura (32) en una pluralidad de posiciones.

5. Carro alimentador según la reivindicación 1, caracterizado por que está constituido por dos placas laterales (38), una placa delantera (40) móvil y una placa trasera (42) móvil, mediante lo cual se permite variar la geometría del carro alimentador desde su extremo superior de llenado hasta su extremo inferior de descarga.

6. Carro alimentador según la reivindicación 5, caracterizado por que las placas laterales (38) presentan una ranura superior (44) y una ranura inferior (46), las placas delantera y trasera (40, 42) presentan un orificio roscado de fijación inferior (48) y una pluralidad de orificios roscados de fijación superiores (50) para fijar dichas placas delantera (40) y trasera (42) a las placas laterales (38) en una pluralidad de posiciones mediante tornillería (52) a través de las ranuras inferiores (46) y superiores (44), respectivamente, mediante lo cual se permite variar la geometría del carro alimentador desde su extremo superior de llenado hasta su extremo inferior de descarga.

7. Carro alimentador según cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 6, caracterizado por que comprende además un tubo interior (58) que recorre el carro alimentador desde su extremo superior de llenado hasta su extremo inferior de descarga y destinado a contener en su interior el material particulado, presentando el tubo interior (58) una primera abrazadera (60) en su extremo superior y una segunda abrazadera (62) en su extremo inferior, presentando cada abrazadera (60, 62) al menos un orificio roscado para su fijación mediante tornillería a las placas laterales (38) a través de las ranuras superiores (44) e inferiores (46) en

una pluralidad de posiciones.

8. Carro alimentador según la reivindicación 7, caracterizado por que cada una de las paredes laterales (38) comprende además una ranura intermedia (54) entre la ranura superior (44) y la ranura inferior (46), y el tubo interior (58) comprende además una abrazadera intermedia (64) con al menos un orificio roscado de fijación para su fijación mediante tornillería a las placas laterales (38) través de las ranuras intermedias (54).

9. Carro alimentador según la reivindicación 1, caracterizado por que está constituido por un tubo (58), presentando dicho tubo (58) una primera abrazadera (60) en su extremo superior y una segunda abrazadera (62) en su extremo inferior mediante lo cual se proporcionan puntos de fijación que permiten variar la geometría del carro alimentador desde su extremo superior de llenado hasta su extremo inferior de descarga.

10. Carro alimentador según la reivindicación 9, caracterizado por que comprende una abrazadera intermedia (64) para proporcionar otro punto de fijación.

11. Uso de un carro alimentador para máquina compresora según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende las etapas de:
- determinar la geometría de carro óptima para un material particulado que se desea comprimir;
- aplicar dicha geometría de carro óptima al carro alimentador;
- llenar el carro alimentador con el material particulado; y
- accionar la máquina compresora para fabricar los artículos comprimidos.

12. Uso según la reivindicación 11, caracterizado por que la etapa de determinar la geometría de carro óptima comprende:
a) aplicar una primera geometría al carro alimentador;
b) fabricar artículos comprimidos con dicha primera geometría;
c) analizar la composición de los artículos comprimidos;
d) repetir las etapas a)-c) para una pluralidad de geometrías de carro distintas; y
e) determinar la geometría óptima para el material particulado empleado de entre la pluralidad de geometrías aplicadas al carro alimentador.

13. Uso según la reivindicación 11, caracterizado por que la etapa de determinar la geometría de carro óptima comprende:

a) introducir parámetros que afectan a la segregación del material particulado en el carro alimentador en un software informático;
b) realizar simulaciones de segregación del material particulado con diversas geometrías del carro alimentador mediante dicho software informático; y
c) determinar la geometría óptima para el material particulado empleado de entre la pluralidad de geometrías simuladas para el carro alimentador.

14. Uso según la reivindicación 13, caracterizado por que los parámetros que afectan a la segregación del material particulado en el carro alimentador incluyen las dimensiones y la densidad del material particulado.

15. Uso según la reivindicación 14, caracterizado por que los parámetros que afectan a la segregación del material particulado en el carro alimentador incluyen además el coeficiente de restitución, el coeficiente de fricción estático y el coeficiente de fricción de rodadura entre las partículas del material particulado y entre el material particulado y el carro alimentador.

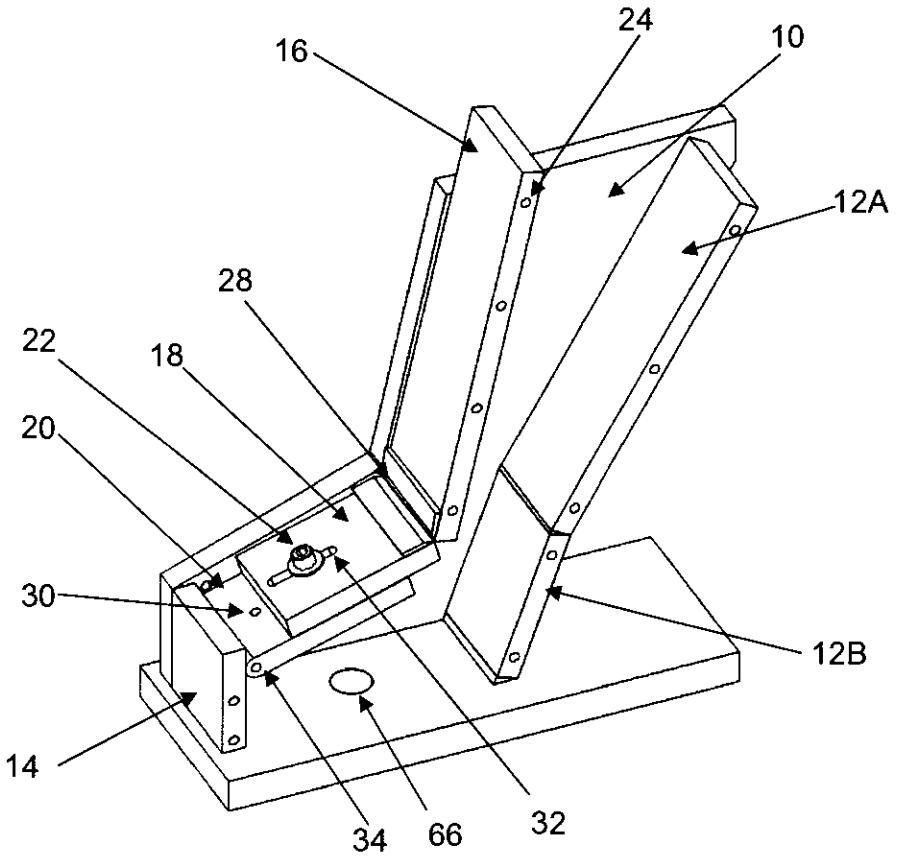


FIG. 1A

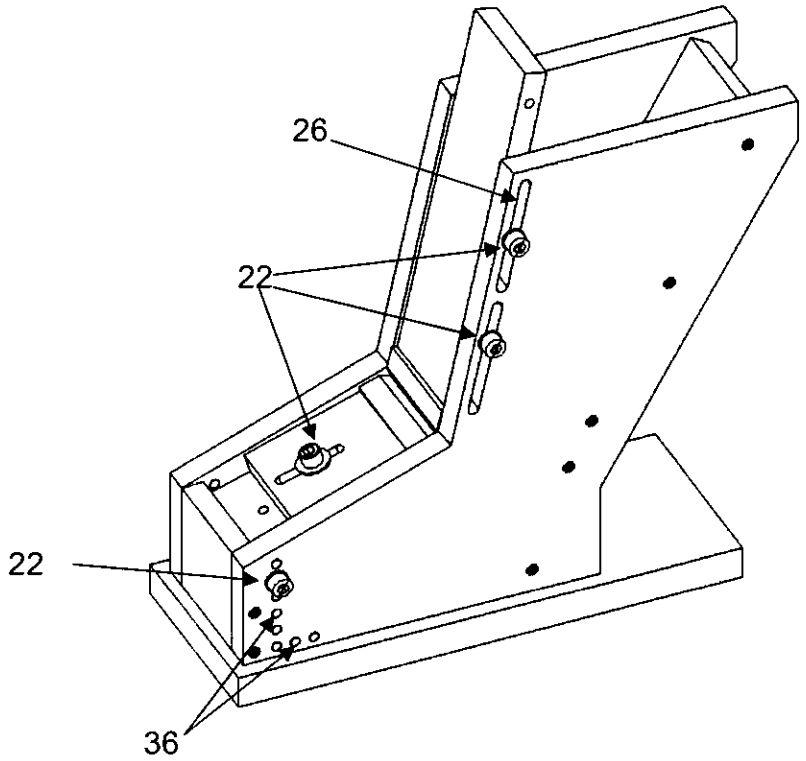


FIG. 1B

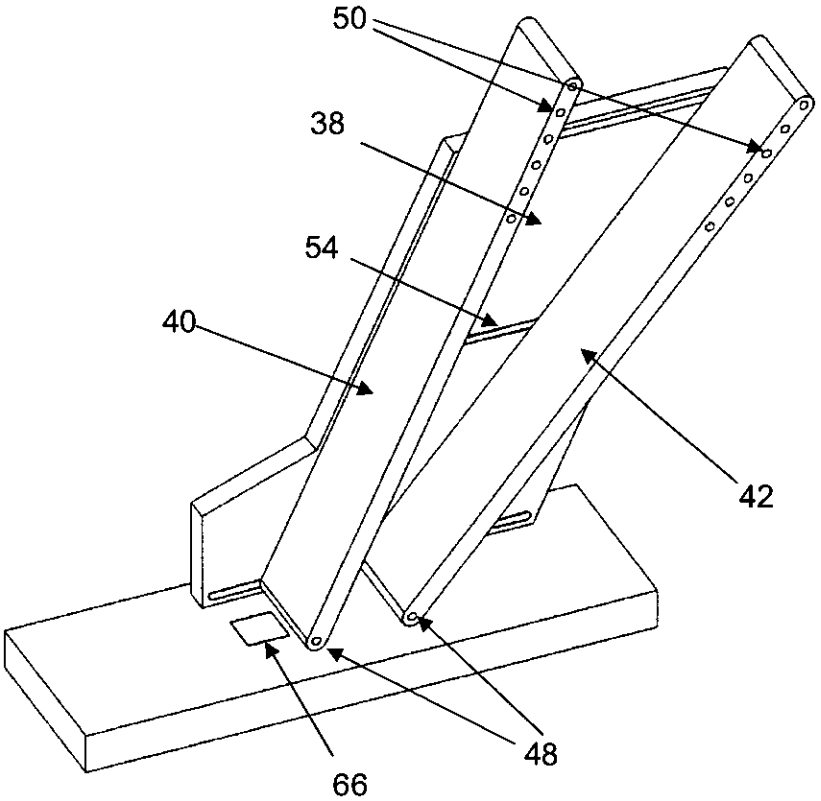


FIG. 2A

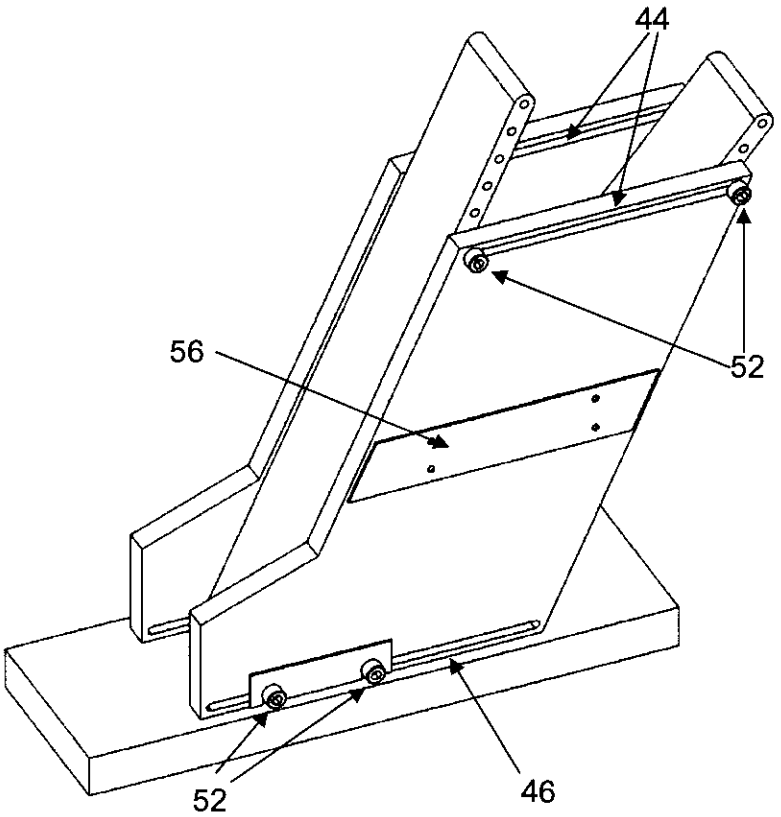


FIG. 2B

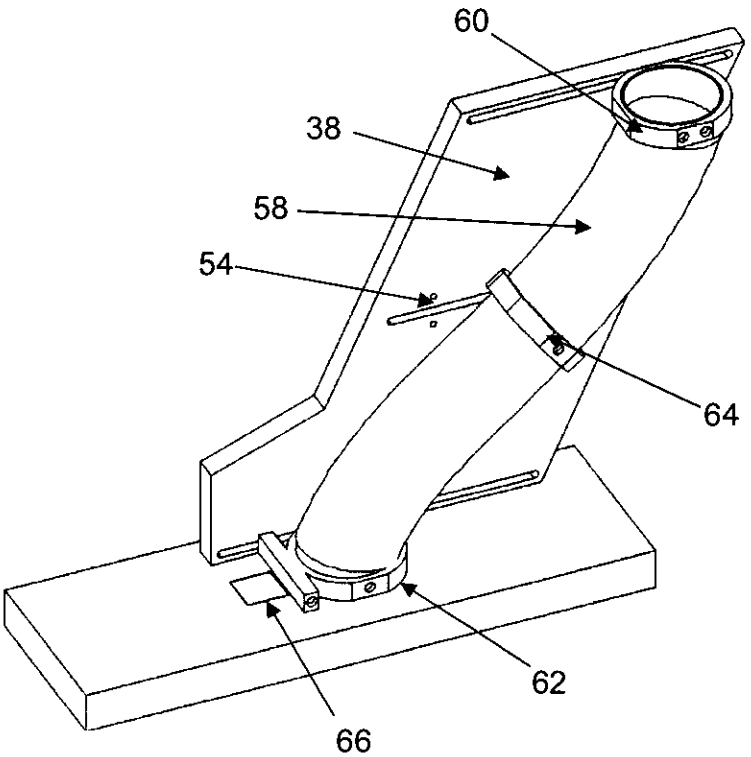


FIG. 3A

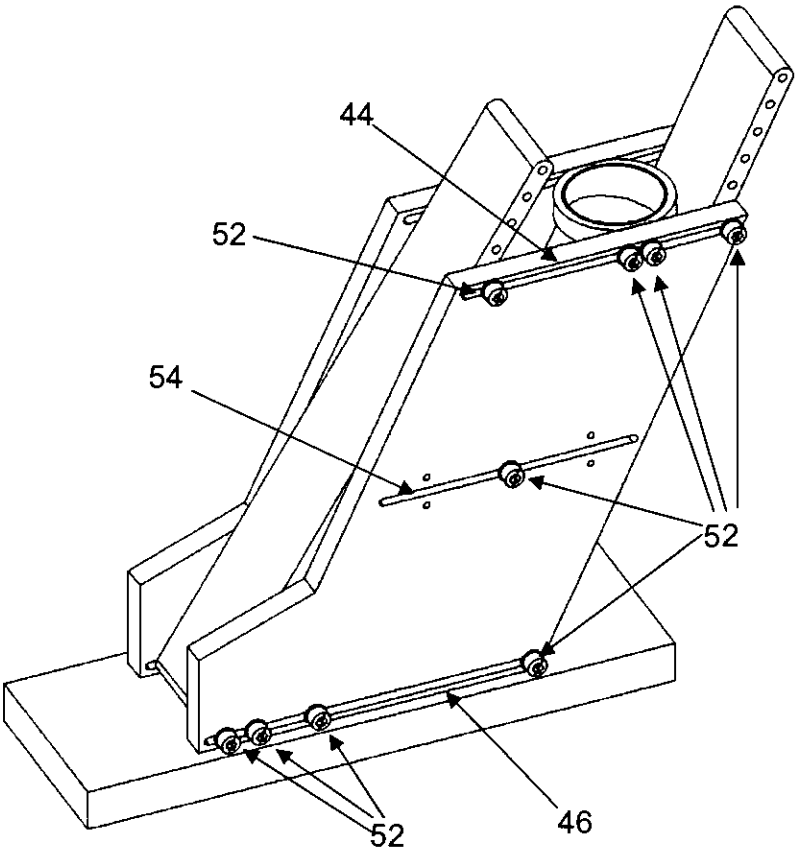


FIG. 3B

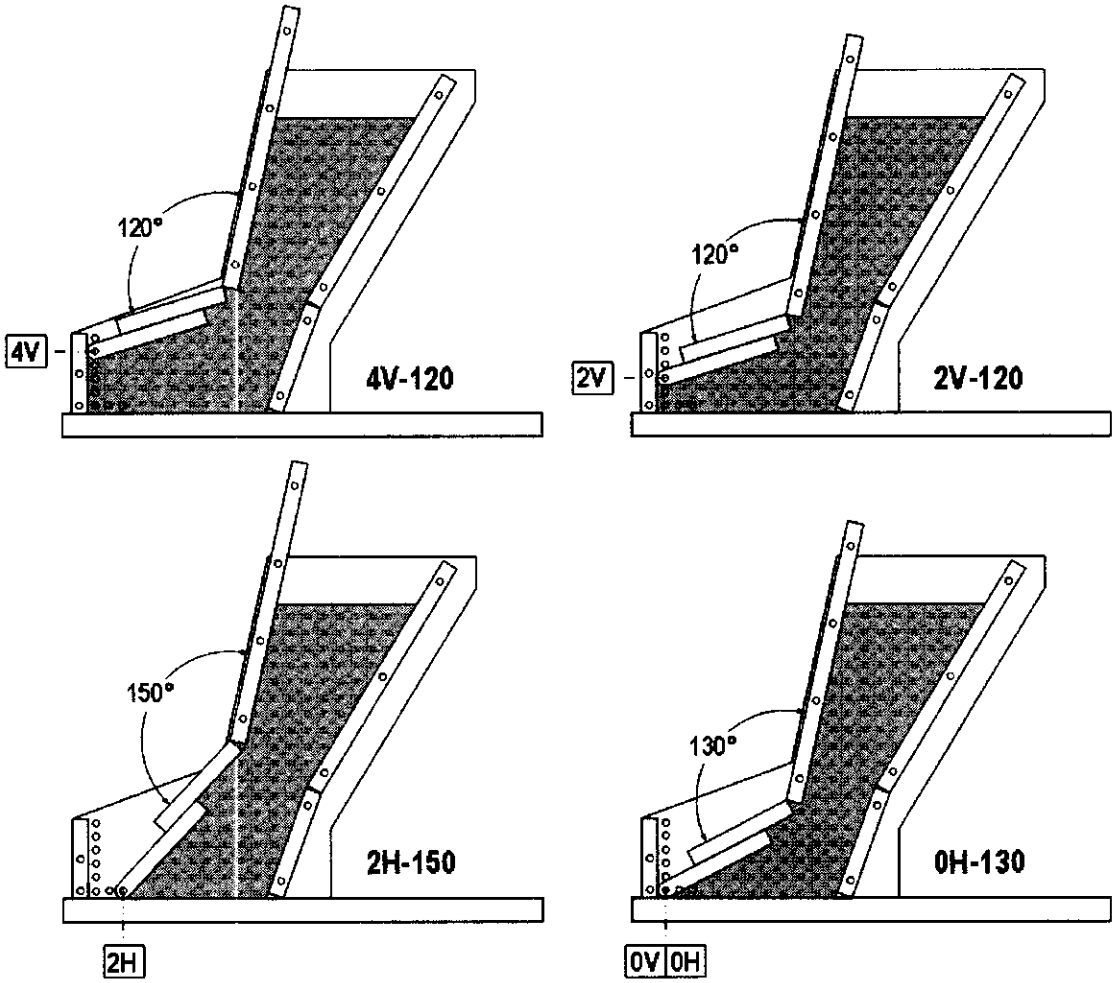


FIG. 4

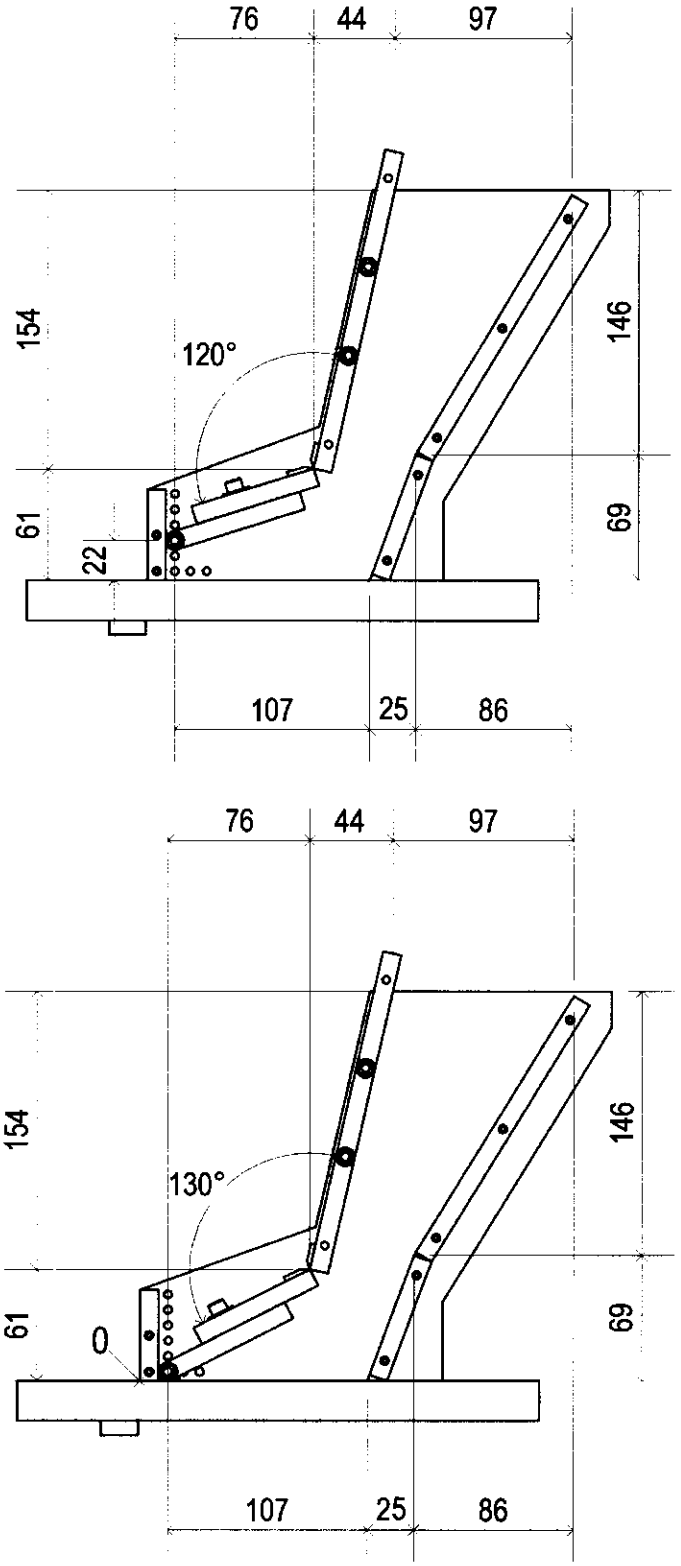

76
44
97
154
120°
146
61
22
69
107
25
86
76
44
97
154
130°
146
61
0
69
107
25
86

FIG. 5A

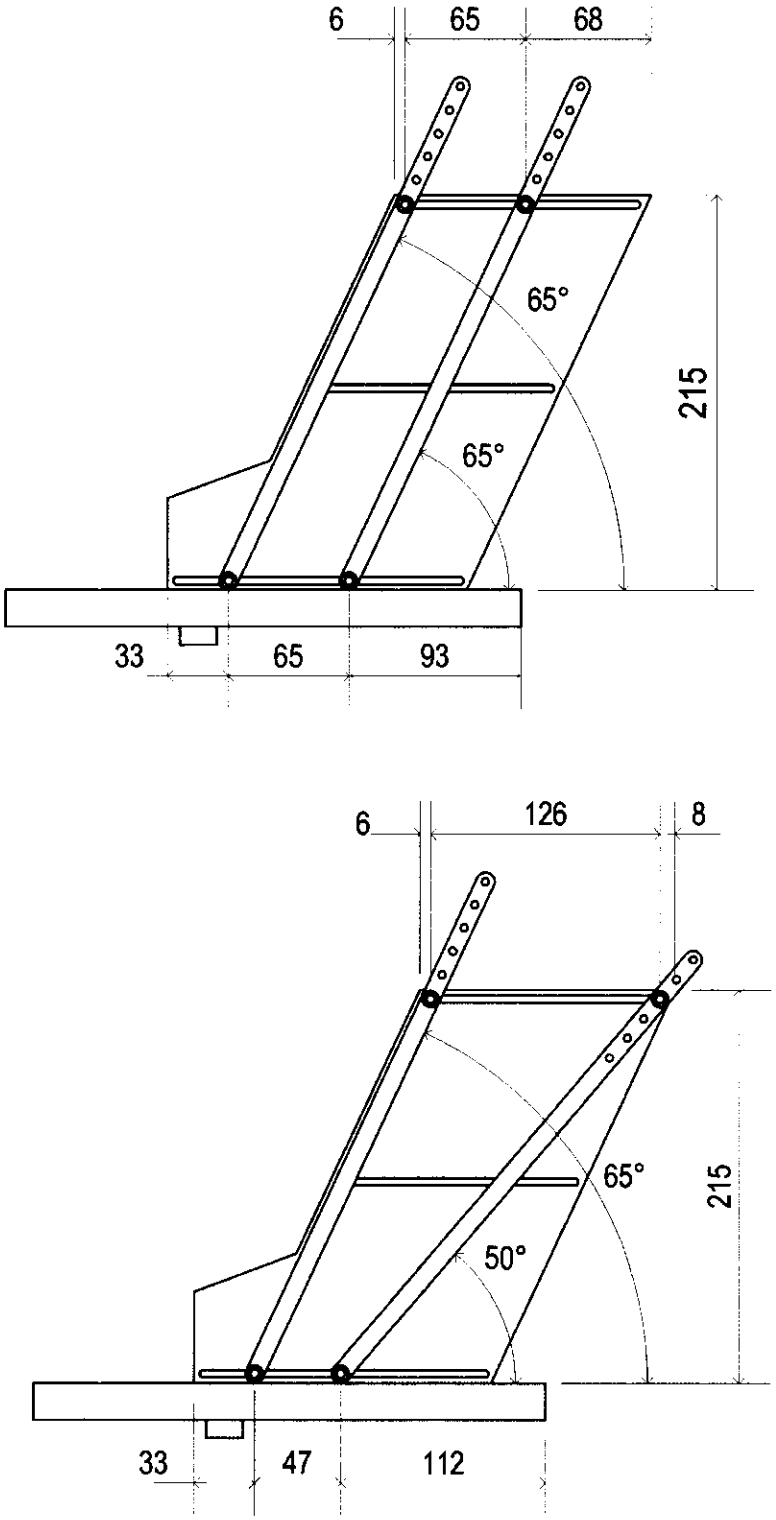
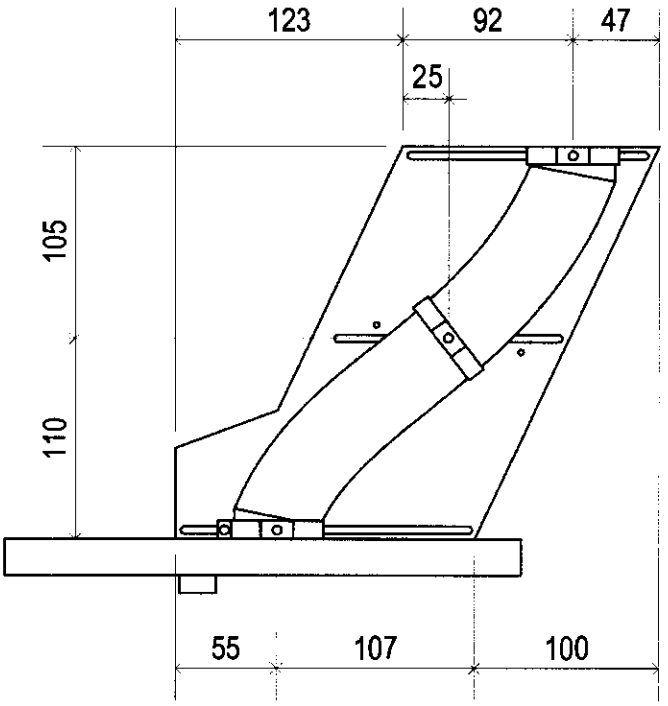


FIG. 5B



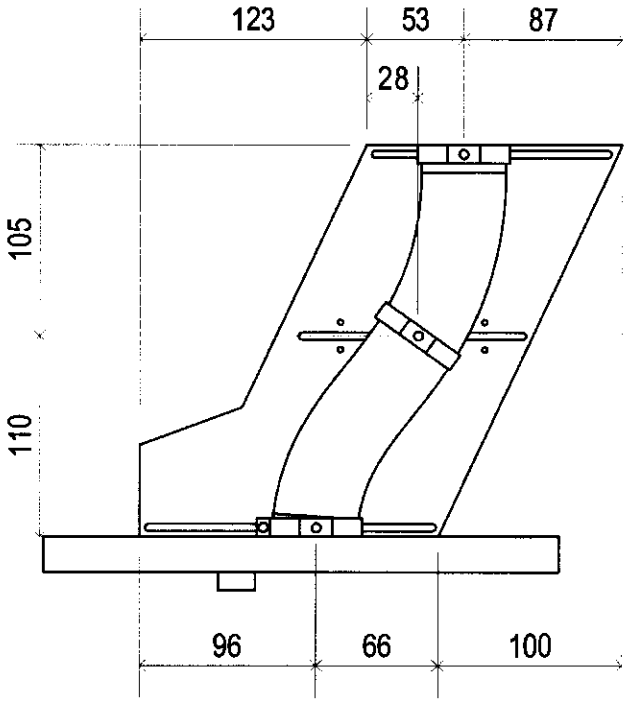


FIG. 5C

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201300551

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 04.06.2013

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 0262400 A1 (BREHM HANS) 06.04.1988, todo el documento.	1-15
A	WO 2005059477 A2 (MOVA PHARMACEUTICAL CORP et al.) 30.06.2005, todo el documento.	1-15
A	WO 8902866 A1 (MITSUI TOATSU CHEMICALS) 06.04.1989, todo el documento.	1-15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
20.09.2013	A. Pérez Igualador	1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B28B13/02 (2006.01)
B30B15/30 (2006.01)
B65G47/18 (2006.01)
B65G47/44 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B65G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.09.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-15	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	1-15	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 0262400 A1 (BREHM HANS)	06.04.1988

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01, que se considera el más representativo del estado de la técnica, describe un sistema ajustable de control de la salida de un contenedor en forma de tolva. Mediante una tolva menor instalada dentro de la parte cónica final del contenedor se puede regular la cantidad de material granular que fluye de las partes central y periférica. Con esto se consigue regular el flujo de salida y reducir el fenómeno de la segregación.

El sistema de la solicitud se diferencia del sistema del documento D01 en que no regula el flujo mediante un elemento adicional, como hace D01, sino mediante la modificación de la geometría del carro desplazando los elementos *constituyentes* del mismo.

El objeto de las reivindicaciones de la solicitud es por lo tanto nuevo e implica actividad inventiva (Art. 4º, 6º y 8º de la Ley de Patentes 11/1986).