

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 604**

51 Int. Cl.:

G01N 9/36 (2006.01)
C08J 9/18 (2006.01)
G01N 9/02 (2006.01)
B29C 44/34 (2006.01)
B29C 44/60 (2006.01)
C08J 9/16 (2006.01)
B29K 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2014 PCT/JP2014/060111**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015 WO15056461**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2014 E 14854571 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3059573**

54 Título: **Dispositivo de medida de densidad aparente para partículas pre-expandidas y método para medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas**

30 Prioridad:

18.10.2013 JP 2013217500

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.01.2021

73 Titular/es:

**KANEKA CORPORATION (100.0%)
2-3-18, Nakanoshima, Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8288, JP**

72 Inventor/es:

**MURAKAMI KYOSUKE;
OCHIKOSHI SHINOBU y
YOSHIDA TORU**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 800 604 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de medida de densidad aparente para partículas pre-expandidas y método para medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas

5 Campo técnico
La presente invención se refiere a un dispositivo para medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas, en particular, partículas expandidas de segunda etapa y a un método para fabricar las partículas pre-expandidas usando el dispositivo. Más preferiblemente, se usan partículas expandidas de resina de poliolefina como las partículas pre-expandidas.

Antecedentes de la técnica

15 Se proporciona un producto moldeado expandido en-molde hecho de partículas pre-expandidas expandiendo partículas de resina (partículas de material) como material mediante un dispositivo de pre-expansión, descomprimiendo el dispositivo de expansión, o similar para fabricar partículas pre-expandidas que tienen una densidad aparente predeterminada y llenando un molde de una máquina de moldeado en-molde con las partículas pre-expandidas para un moldeado de expansión en-molde. El producto moldeado expandido en-molde se utiliza para diversas formas y aplicaciones (materiales de almohadillado, materiales de aislamiento térmico, miembros interiores de coches, materiales de núcleo para parachoques, materiales de envasado acolchados, cajas retornables, y similares).

25 En particular, como un método para fabricar las partículas pre-expandidas con una alta relación de expansión, es conocido un método de expansión de dos etapas además de un método para proporcionar las partículas pre-expandidas que tienen la alta relación de expansión mediante el dispositivo de pre-expansión normal, el dispositivo de expansión normal, o similares. En el método de expansión de dos etapas, primero se obtienen las partículas pre-expandidas con una baja relación de expansión, y luego las partículas pre-expandidas se expanden aún más usando una máquina de expansión de segunda etapa para obtener partículas pre-expandidas (partículas expandidas de segunda etapa) que tienen una relación de expansión más alta.

30 En este caso, es importante hacer que la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa sea constante. La densidad aparente constante permite que la cantidad de partículas expandidas de segunda etapa que se suministran a una máquina de moldeado sea estable, estabilizando así la calidad de un producto moldeado.

35 En general, como método para fabricar las partículas expandidas de segunda etapa, por ejemplo, es conocido un método de tipo por tandas. En el método de tipo por tandas, unas partículas pre-expandidas (partículas expandidas de primera etapa) a las que se ha aplicado previamente una presión interna igual o menor de 0,50 MPa se ponen en una máquina de expansión de segunda etapa y se expanden para que tengan una densidad aparente predeterminada con un medio de calentamiento tal como vapor. En este caso, como método para ajustar la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa, se ha usado el siguiente método. Es decir, se recogen las partículas expandidas de segunda etapa que se han expandido mediante la segunda etapa, y se mide la densidad aparente de las mismas. Entonces, es necesario modificar las condiciones de operación (por ejemplo, presión interna de las partículas pre-expandidas, presión del vapor de calentamiento en la expansión de segunda etapa, y similares) de la máquina de expansión de segunda etapa para un lote subsiguiente basándose en la diferencia entre la densidad aparente medida y un valor objetivo. La densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa frecuentemente se ajusta modificando las condiciones de operación de la máquina de expansión de segunda etapa de este modo para hacer que la calidad del producto moldeado sea estable.

50 En cuando a las partículas expandidas de segunda etapa que tienen una relación de expansión baja tal que los volúmenes de las propias partículas expandidas de segunda etapa no se contraen inmediatamente después de la expansión de segunda etapa, se ha descrito un dispositivo de medida de densidad aparente para las partículas expandidas de segunda etapa y un método de medida de las mismas (ver el Documento de Patente 1 y el Documento de Patente 2). Con el dispositivo de medida de densidad aparente y el método de medida descrito en las mismas, las partículas expandidas de segunda etapa se recogen en un recipiente de volumen (V) constante bajo presión atmosférica y se mide un peso (W) de las partículas expandidas de segunda etapa para calcular la densidad aparente ($=W/V$).

60 Por otro lado, también se describe el siguiente método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas que se contraen fácilmente en un proceso seco en el momento de la pre-expansión (ver Documento de Patente 3). Es decir, las partículas pre-expandidas se mantienen en un recipiente de recogida de muestras durante un período de tiempo constante antes del proceso de secado, y luego se someten al proceso de secado, de manera que la contracción de las partículas pre-expandidas se reduce al mínimo. Entonces, se mide la densidad aparente de las partículas pre-expandidas.

65 Es conocido el siguiente método de medida de densidad aparente cuando se hace que las partículas pre-expandidas contraídas se recuperen de la contracción (ver el Documento de Patente 4 y el Documento de Patente 5). Es decir, se mide un peso w de las partículas pre-expandidas, se pone la cantidad total de partículas pre-expandidas en un cilindro

de medida, y se reduce la presión en el cilindro de medida para hacer que se recuperen de la contracción. Entonces, se mide un volumen v de las partículas pre-expandidas mediante la lectura de una escala del cilindro de medida, y se mide la densidad aparente w/v .

5 El documento DE 3933764 A1 describe una disposición para medir el peso específico de un material ligero.

Lista de documentos citados

Bibliografía de patentes

- 10 Documento de Patente 1: JP-A N° H06-80816
 Documento de Patente 2: Publicación internacional WO 2005/087475
 Documento de Patente 3: JP-A N° 2007-218588
 Documento de Patente 4: Publicación internacional WO 2011/086938
 Documento de Patente 5: JP-A N° 2006-96805

15

Compendio de la Invención

Problema técnico

20 El dispositivo de medida de densidad aparente convencional y bien conocido descrito anteriormente para las partículas expandidas de segunda etapa puede medir de manera estable la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa con una baja relación de expansión, que tienen la densidad aparente igual o mayor de 30g/L. Por otro lado, cuando se han fabricado partículas pre-expandidas (por ejemplo, partículas pre-expandidas de segunda etapa) con una alta relación de expansión, que tienen una densidad aparente menor de 30 g/L, las partículas pre-expandidas (partículas expandidas de segunda etapa) inmediatamente después de la expansión de segunda etapa se contraen y por tanto la densidad aparente de las partículas pre-expandidas originales (partículas expandidas de segunda etapa) no se puede medir. Para hacer frente a esta situación, es necesario secar las partículas pre-expandidas durante un largo período de tiempo para que se recuperen de la contracción y luego se mide la densidad aparente de las mismas. Además, deben modificarse las condiciones de expansión de segunda etapa basándose en la diferencia entre la densidad aparente medida y un valor objetivo, lo que constituye un problema.

30

En la situación actual, las partículas expandidas de segunda etapa se fabrican bajo condiciones de fabricación determinadas con base en experiencias de observaciones visuales pasadas.

35 Mientras tanto, aunque se ha propuesto el método en el que la contracción de las partículas pre-expandidas se reduce al mínimo, como en el Documento de Patente 3, cuando no puede suprimirse bien la contracción de las partículas pre-expandidas y las partículas pre-expandidas se contraen indeseablemente, es necesario medir su densidad aparente después de que las partículas pre-expandidas se hayan recuperado de la contracción mediante su secado durante un período de tiempo largo, como se ha descrito anteriormente.

40 Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo capaz de medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas (partículas expandidas de segunda etapa) con una elevada relación de expansión, que tienen una densidad aparente menor de 30g/L, en particular durante un período de tiempo corto, y un método para medir la densidad aparente utilizando el dispositivo, en la medida de densidad aparente para las partículas pre-expandidas. Además, otro objeto de la presente invención es fabricar de manera estable partículas pre-expandidas (partículas expandidas de segunda etapa) que tienen una densidad aparente uniforme sin requerir la selección de condiciones de fabricación mediante determinación visual o similar de las formas de las partículas pre-expandidas (partículas expandidas de segunda etapa) por parte de una persona con experiencia mediante la realimentación de un resultado de la medida de la densidad aparente de las partículas pre-expandidas (partículas expandidas de segunda etapa) a las condiciones de operación de un dispositivo de expansión tal como una máquina de expansión de segunda etapa.

50

Solución al problema

Se proporciona un dispositivo y un método de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones.

55 Los presentes inventores han descubierto que la densidad aparente de partículas pre-expandidas originales (es decir, antes de su contracción) puede medirse de manera estable durante un período de tiempo corto recogiendo de manera fraccionada las partículas pre-expandidas de un volumen constante, que ya se han contraído, en un estado en el que se hinchan bajo una presión reducida, y han desarrollado la invención.

60 Un dispositivo de medida de la densidad aparente para partículas pre-expandidas de acuerdo con un aspecto de la invención es como sigue.

[1] Un dispositivo de medida de densidad aparente, que mide la densidad aparente de partículas pre-expandidas, incluyendo el dispositivo un recipiente A en el que las partículas pre-expandidas contraídas pueden hincharse y recuperarse de la contracción en un estado de presión reducida donde una presión interna del recipiente es menor que la presión atmosférica; un recipiente B que está lleno con las partículas pre-expandidas

65

después de haberse hinchado en el recipiente A en el estado de presión reducida donde la presión interna del recipiente es menor que la presión atmosférica, y en el que las partículas pre-expandidas de un volumen constante pueden recogerse de manera fraccionada; una unidad 8 de reducción de presión que es capaz de ajustar las presiones internas de recipiente del recipiente A y el recipiente B para que sean menores que la presión atmosférica; y una escala 6 que puede medir un peso de las partículas pre-expandidas introducidas en el recipiente B.

[2] El dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con [1], que además incluye, entre el recipiente A y el recipiente B, una válvula 8 de descarga de recipiente A que puede descargar las partículas pre-expandidas alojadas en el recipiente A mediante caída libre y llenar el recipiente B con las partículas pre-expandidas.

[3] El dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con [1] o [2], que además incluye una válvula 4 de descarga de recipiente B que es capaz de descargar las partículas pre-expandidas llenadas en el recipiente B a la escala 6.

[4] El dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con cualquiera de entre [1] a [3], que además incluye una unidad que es capaz de hacer que las presiones internas del recipiente A y del recipiente B sean diferentes entre sí.

[5] El dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con cualquiera de entre [1] a [4], donde el recipiente A tiene una porción cónica y un ángulo α de la porción cónica es igual o mayor de 60° e igual o menor que 120° .

[6] El dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con cualquiera de entre [1] a [5], donde al menos una válvula para controlar la presión interna del recipiente está dispuesta en una tubería que conecta el recipiente A y la unidad 8 de reducción de presión y/o una tubería que conecta el recipiente B y la unidad 8 de reducción de presión.

[7] El dispositivo de medida de densidad de acuerdo con cualquiera de entre [1] a [6], donde se dispone en el recipiente B una unidad 9 de descarga forzada que es capaz de descargar de manera forzada las partículas pre-expandidas llenadas en el recipiente B.

[8] El dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con cualquiera de entre [1] a [7], donde se proporciona en el recipiente A un interruptor de nivel que es capaz de controlar la cantidad de las partículas pre-expandidas que se aloja.

[9] Un método para medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas, que es un método para medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas contraídas, donde el método incluye: a) recoger una parte o todas las partículas pre-expandidas contraídas y transportar las partículas pre-expandidas contraídas al recipiente A; b) hinchar las partículas pre-expandidas contraídas para que se recuperen de la contracción haciendo que una presión interna del recipiente A en un estado de presión reducida sea menor que la presión atmosférica; c) hacer que una presión interna de un recipiente B en el estado de presión reducida sea menor que la presión atmosférica; d) llenar el recipiente B con las partículas pre-expandidas después de haberse hinchado en el recipiente A en el estado de presión reducida donde la presión interna del recipiente es menor que la presión atmosférica mediante la apertura de una válvula 3 entre el recipiente A y el recipiente B y la recogida de manera fraccionada de las partículas pre-expandidas de un volumen constante; y e) medir un peso de las partículas pre-expandidas mediante una escala 6 después de que la presión interna del recipiente B haya retornado a la presión atmosférica y de que las partículas pre-expandidas llenadas en el recipiente B sean descargadas.

[10] El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con [9], donde en el proceso c), la presión interna del recipiente B se ajusta para que sea mayor que la presión interna del recipiente A.

[11] El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con [9], donde en el proceso c) la presión interna del recipiente B se ajusta para que sea menor que la presión interna del recipiente A.

[12] El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con [9], donde en el proceso c) las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se ajustan para que sean equivalentes.

[13] El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con cualquiera de entre [9] a [12], donde las presiones internas del recipiente A y el recipiente B son iguales o mayores que 10×10^3 Pa e iguales o menores que 90×10^3 Pa.

[14] El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con cualquiera de entre [9] a [13], donde en el proceso a) un volumen aparente de las partículas pre-expandidas contraídas que se van a transportar al recipiente A es igual o mayor que el 20% o igual o menor que el 80% de un volumen interno del recipiente A.

[15] El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con cualquiera de entre [9] a [14], donde en el proceso d), el llenado del recipiente B con las partículas pre-expandidas se lleva a cabo mediante caída libre, y en el proceso e) la descarga de las partículas pre-expandidas del recipiente B se lleva a cabo al menos usando una unidad 9 de descarga forzada.

[16] El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con cualquiera de entre [9] a [15], donde las partículas pre-expandidas son partículas pre-expandidas de resina de poliolefina.

[17] Un método para fabricar partículas pre-expandidas, donde el método incluye, después de la medida de la densidad aparente de las partículas pre-expandidas mediante el método de medida de acuerdo con cualquiera de entre [9] a [16], ajustar las condiciones de expansión de las partículas pre-expandidas en un dispositivo de

pre-expansión mediante la comparación de un resultado de la medida y una densidad aparente objetivo y la realimentación de un resultado de la comparación al dispositivo de pre-expansión.

[18] El método para fabricar las partículas pre-expandidas de acuerdo con [17], donde el dispositivo de pre-expansión es una máquina de expansión de segunda etapa.

5 [19] El método para fabricar las partículas pre-expandidas de acuerdo con [17] o [18], donde las partículas pre-expandidas son partículas pre-expandidas de resina de poliolefina que tienen una densidad aparente igual o mayor de 8 g/L y menor de 30 g/L.

Efectos ventajosos de la Invención

10 Las partículas pre-expandidas que se contraen fácilmente, por ejemplo, las partículas expandidas de segunda etapa con una alta relación de expansión, que tienen una densidad aparente igual o mayor de 8 g/L y menor de 30 g/L, se contraen inmediatamente tras la fabricación (inmediatamente tras la expansión de segunda etapa). Debido a esto, la densidad aparente original de las mismas no puede medirse durante un corto período de tiempo tras su fabricación y se requiere tiempo para ajustar las condiciones para la siguiente fabricación. Sin embargo, con el dispositivo de medida de densidad aparente para las partículas pre-expandidas y el método de medida de acuerdo con la invención, puede medirse de manera estable la densidad aparente original durante un período de tiempo tras la fabricación.

Además, un resultado de medida de la densidad aparente se realimenta a las condiciones de operación de un dispositivo de pre-expansión, por ejemplo, una máquina de expansión de segunda etapa, de modo que pueden fabricarse fácilmente las partículas expandidas de segunda etapa que tienen una densidad aparente original predeterminada.

Breve descripción de los dibujos

25 La Figura 1 es un diagrama de flujo completo de una realización de un dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con la presente invención. En la realización, las presiones de depósito (presiones internas) de un recipiente A y un recipiente B pueden convertirse en estados de presión equivalentes a través de una válvula 7 de tres vías mediante el uso de una unidad 8 de reducción de presión (bomba de vacío).

30 La Figura 2 es un diagrama de flujo completo de otra realización del dispositivo de medida de densidad aparente de la invención. En la realización, se disponen válvulas automáticas 11 y 12, de modo que las presiones internas del recipiente A y el recipiente B pueden hacerse diferentes de una manera sencilla. Además, se dispone una unidad 9 de descarga forzada capaz de soplar aire al interior del recipiente B. Por tanto, cuando se descargan las partículas expandidas de segunda etapa alojadas en el recipiente B, se puede descargar fácilmente la totalidad de la cantidad de las mismas.

35 La Figura 3 es un diagrama de flujo completo de un dispositivo de medida de densidad aparente con un método convencional.

40 La Figura 4 es un gráfico que ilustra el cambio de densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa para cada tanda en un ejemplo en el que las partículas expandidas de segunda etapa se fabricaron al mismo tiempo que se ajustaba la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa para cada lote (cada tanda) mediante la realimentación de un resultado de medida de densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa usando el dispositivo de medida de la invención a las condiciones de fabricación de expansión de segunda etapa y el cambio de densidad aparente de partículas expandidas de segunda etapa para cada tanda en un ejemplo comparativo en el que las partículas expandidas de segunda etapa se fabricaron al mismo tiempo que se ajustaba la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa mediante la realimentación de un resultado de medida de densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa usando un dispositivo de medida de densidad aparente bien conocido a las condiciones de fabricación de la expansión de segunda etapa. Además, también se ilustra la densidad aparente después del proceso de calentamiento se lleva a cabo en las partículas expandidas de segunda etapa obtenidas en el ejemplo comparativo.

50 Descripción de realizaciones

En adelante, se describirá con referencia a la Figura 1 o la Figura 2 un dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con la invención.

55 Se debe remarcar que, aunque a continuación se describe el caso principalmente de partículas expandidas de segunda etapa, las partículas pre-expandidas de la invención no están limitadas a partículas expandidas de segunda etapa.

60 La Figura 1 y la Figura 2 ilustran esquemáticamente el flujo completo del dispositivo de medida de densidad aparente que mide la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa inmediatamente después de ser descargadas de una máquina de expansión de segunda etapa, como ejemplos de realizaciones de la invención.

65 El dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con la invención es un dispositivo que incluye una tolva 1 de entrada para la introducción de partículas expandidas de segunda etapa, un recipiente A en el que las partículas expandidas de segunda etapa contraídas pueden hincharse y recuperarse de la contracción en un estado de presión reducida donde la presión interna del recipiente es menor que la presión atmosférica, un recipiente B que está llenado

ES 2 800 604 T3

5 con las partículas pre-expandidas después de ser hinchadas en el recipiente A en el estado de presión reducida donde una presión interna del vaso es menor que la presión atmosférica, y en el que las partículas pre-expandidas de un volumen constante pueden recogerse de manera fraccionada, una unidad 8 de reducción de presión que es capaz de ajustar las presiones internas de recipiente del recipiente A y el recipiente B para que sean menores que la presión atmosférica, y una escala 6 que puede medir un peso de las partículas pre-expandidas llenadas en el recipiente B.

La tolva 1 de entrada es una tolva para introducir las partículas expandidas de segunda etapa descargadas desde la máquina de expansión de segunda etapa hacia el recipiente A.

10 Una forma de la tolva 1 de entrada no está particularmente limitada siempre que la tolva 1 de entrada esté configurada para no provocar que las partículas expandidas de segunda etapa permanezcan en la tolva. En particular, es preferible para ello una forma cónica debido a que no permite que las partículas expandidas de segunda etapa permanezcan.

15 Aunque el volumen de la tolva 1 de entrada no está particularmente limitada, es preferiblemente igual o mayor que la mitad e igual o menor que 5 veces el volumen del recipiente B, que se describirá más adelante, y más preferiblemente igual o mayor que 1,5 veces e igual o menor que 4 veces el volumen del recipiente B. Si el volumen de la tolva de entrada es menor que la mitad del volumen del recipiente B, una cantidad de las partículas expandidas de segunda etapa es pequeña y la precisión de la medida de la densidad aparente tiende a descender. Por otro lado, si el volumen de la tolva de entrada es mayor que 5 veces el volumen del recipiente B, el propio dispositivo tiene un tamaño excesivo y el coste del mismo tiende a aumentar.

20 El recipiente A es un recipiente en el que las partículas expandidas de segunda etapa contraídas pueden hincharse y recuperarse de la contracción en el estado de presión reducida donde la presión interna del recipiente es menor que la presión atmosférica.

25 No surge ningún problema cuando el recipiente A tiene una forma que no provoca que las partículas expandidas de segunda etapa hinchadas como muestra de medida permanezcan en el recipiente en el momento de la descarga. El recipiente A preferiblemente tiene una forma cónica y más preferiblemente no tiene ninguna porción de cuerpo cilíndrica.

30 Un ángulo α (ver la Figura 2) de una porción cónica del recipiente A es preferiblemente igual o mayor que 60° e igual o menor que 120° , y más preferiblemente igual o mayor que 80° e igual o menor que 100° .

35 Si el ángulo α de la porción cónica del recipiente A es menor que 60° , cuando las partículas expandidas de segunda etapa se hinchan a una presión menor que la presión atmosférica, las partículas expandidas de segunda etapa se empujan entre sí y también son empujadas por las paredes interiores del recipiente A. Debido a esto, las partículas expandidas de segunda etapa se comprimen estrechamente en el recipiente A y es fácil que se produzca una obstrucción. Por tanto, tiende a ser difícil descargar las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente B. Por otro lado, si el ángulo α es mayor de 120° , es difícil que las partículas expandidas de segunda etapa deslicen o rueden en el recipiente A y es fácil que permanezcan en su interior. También en este caso, tiende a ser difícil descargar las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente B desde el recipiente A.

40 Aunque el volumen del recipiente A no está particularmente limitado, es preferiblemente igual o mayor que una vez e igual o menor que 5 veces el volumen del recipiente B, que se describirá más adelante, y más preferiblemente igual o mayor que 2 veces e igual o menor que 4 veces el volumen del recipiente B. Si el volumen del recipiente A es menor que una vez el volumen del recipiente B, la cantidad de las partículas expandidas de segunda etapa es pequeña y la precisión de la medida de la densidad aparente tiende a disminuir. Por otro lado, si el volumen del recipiente A es mayor que cinco veces el volumen del recipiente B, el propio dispositivo aumenta de tamaño y su costa tiende a aumentar.

45 Pueden proporcionarse una válvula 2 de entrada de recipiente A y una válvula 8 de descarga de recipiente A sobre una porción de extremo superior y una porción de extremo inferior del recipiente A, respectivamente

50 Una abertura de la válvula 2 de entrada de recipiente A no está particularmente limitada siempre que tenga un tamaño que3 evite que las partículas expandidas de segunda etapa provoquen una obstrucción. Por ejemplo, cuando el diámetro de las partículas expandidas de segunda etapa es aproximadamente de 5 mm, las partículas expandidas de segunda etapa pueden recogerse sin provocar ninguna obstrucción mediante el ajuste de la apertura de la válvula 2 de entrada de recipiente a para que sea igual o mayor que 20A (diámetro interno de aproximadamente 20 mm). Cuando el diámetro de las partículas expandidas de segunda etapa es aproximadamente de 10 mm, las partículas expandidas de segunda etapa pueden recogerse sin provocar obstrucción ajustando la apertura de la válvula 2 de entrada de recipiente A para que sea igual o mayor que 50A (diámetro interno de aproximadamente 50 mm).

La válvula 3 de descarga de recipiente A puede disponerse entre el recipiente A y el recipiente B.

65 Es suficiente que la abertura de la válvula 8 de descarga de recipiente A tenga un tamaño que evite que las partículas expandidas de segunda etapa hinchadas provoquen una obstrucción. Por ejemplo, cuando un diámetro de las

ES 2 800 604 T3

- partículas expandidas de segunda etapa hinchadas es de aproximadamente 8 mm es suficiente que la abertura de la válvula 3 de descarga de recipiente A se ajuste a igual o más que 20 A (diámetro interior de aproximadamente 20 mm). Por ejemplo, cuando el diámetro de las partículas expandidas de segunda etapa hinchadas es de aproximadamente 13 mm, las partículas expandidas de segunda etapa pueden transportarse si provocar obstrucciones ajustando la abertura de la válvula 3 de descarga de recipiente A a igual o más de 50 A (diámetro interior de aproximadamente 50 mm).
- Aunque en la descripción anterior se dispone a modo de ejemplo la tolva 1 de entrada para introducir las partículas expandidas de segunda etapa descargadas desde la máquina de expansión de segunda etapa en el recipiente A, no es necesario proporcionar la tolva 1 de entrada. Por ejemplo, las partículas expandidas de segunda etapa pueden introducirse en el recipiente A sin pasar a través de la tolva 1 de entrada mediante la conexión de la manguera de transporte a la válvula 2 de entrada de recipiente A, transportando neumáticamente las partículas expandidas de segunda etapa a través de la tubería de transporte, y así.
- Preferiblemente se dispone en el recipiente A un interruptor de nivel capaz de controlar una cantidad de las partículas expandidas de segunda etapa para su alojamiento. La cantidad alojada controlada por el interruptor de nivel también depende de una tasa de contracción de las partículas expandidas de segunda etapa que se van a introducir, la forma del recipiente A, y similares. Aunque es suficiente que la cantidad alojada se ajuste adecuadamente, preferiblemente se alojan partículas expandidas de segunda etapa iguales o mayores del 20% e iguales o mayores del 80% del volumen del recipiente A. Si la cantidad alojada es menor del 20% del volumen del recipiente A, la cantidad de las partículas expandidas de segunda etapa no llega a una cantidad suficiente para llenar el recipiente B en algunos casos. Si la cantidad alojada es mayor del 80%, cuando se reduce la presión y las partículas de segunda etapa se hinchan, tiende a producirse una obstrucción en el recipiente A.
- El recipiente B es un recipiente que se llena con las partículas expandidas de segunda etapa después de que se hinchen en el recipiente A en el estado de presión reducida donde una presión interna de recipiente es menor que la presión atmosférica y en el que las partículas expandidas de segunda etapa de volumen constante se recogen de manera fraccionada. El recipiente B puede conectarse al recipiente A a través de la válvula 3 de descarga de recipiente A, por ejemplo.
- Aunque una forma del recipiente B no está particularmente limitada siempre que el recipiente B esté configurado para llenar el recipiente B con las partículas expandidas de segunda etapa de la manera más comprimida posible, tiene preferiblemente una forma cilíndrica.
- Aunque el volumen del recipiente B no está particularmente limitado, es preferiblemente igual o mayor de 0,1 L e igual o menor de 30 L, y más preferiblemente igual o mayor de 0,5 L e igual o menor de 20 L.
- Si el volumen del recipiente B es menor de 0,1 L, la precisión de la densidad aparente que se va a medir tiene a reducirse.
- Si el volumen del recipiente es mayor de 30 L, el propio dispositivo aumenta de tamaño y su coste tiene por tanto a aumentar. Además, se requiere un gran espacio de instalación, y el dispositivo tiende a instalarse solo en un lugar grande.
- Es suficiente con que el volumen del recipiente B se obtenga llenando el recipiente B con agua de una manera sellada y midiendo un volumen del agua en este caso, y el volumen del recipiente B se ajusta a $V(L)$.
- Una porción de extremo superior del recipiente B se conecta al recipiente A a través de la válvula 3 de descarga de recipiente A y puede proporcionarse una válvula 4 de descarga de recipiente B en una porción de extremo inferior del mismo. Es suficiente que una abertura de la válvula 4 de descarga de recipiente B tenga un tamaño que evita que las partículas expandidas de segunda etapa provoquen obstrucción. Por ejemplo, cuando un diámetro de las partículas expandidas de segunda etapa es de aproximadamente 8 mm, es suficiente con que la abertura de la válvula 4 de descarga de recipiente B se ajuste a igual o más de 20A (diámetro interior de aproximadamente 20 mm). Por ejemplo, cuando el diámetro de las partículas expandidas de segunda etapa es de aproximadamente 13 mm, las partículas expandidas de segunda etapa pueden transportarse sin provocar obstrucciones mediante el ajuste de la abertura de la válvula 4 de descarga de recipiente B a igual o más de 50^a (diámetro interior de aproximadamente 50 mm).
- Se debe remarcar que preferiblemente se disponen ventanas de observación en las superficies laterales del recipiente A y el recipiente B debido a que los estados de hinchado y contracción y un estado de descarga de las partículas expandidas de segunda etapa pueden comprobarse a través de las mismas.
- La unidad 8 de reducción de presión no está particularmente limitada siempre que pueda ajustar las presiones internas del recipiente A y el recipiente B para que sean menores que la presión atmosférica ($\approx 10^5$ Pa).
- La última presión de la unidad 8 de reducción de presión es preferiblemente igual o mayor que 1 Pa e igual o menor que 20x103 Pa. Si la última presión de la unidad 8 de reducción de presión es menor de 1 Pa, aumentan los grados

de vacío en el recipiente A y el recipiente B, pero el propio recipiente tiende a tener un mayor coste. Si la última presión de la unidad 8 de reducción de presión es mayor de 20×10^3 Pa, las partículas expandidas de segunda etapa contraídas como muestra de medida no pueden hincharse suficientemente cuando se reduce la hermeticidad del recipiente. Esto da como resultado una tendencia a reducir la precisión de la medida de la densidad aparente.

5 El recipiente A, el recipiente B, y la unidad 8 de reducción de presión (por ejemplo, bomba de vacío) se acoplan con tuberías y puede instalarse una válvula 7 (por ejemplo, una válvula de tres vías) entre una porción de unión de las tuberías conectadas al recipiente A y el recipiente B y la unidad 8 de reducción de presión. Se proporcionan mallas en orificios de conexión de las tuberías al lado del recipiente A y al lado del recipiente B. El diámetro del alambre y el tamaño de orificio de las mallas no están particularmente limitados siempre que las partículas expandidas de segunda etapa no puedan pasar a través de las mallas y que solo el aire absorbido por una bomba de vacío pueda pasar a través de las mallas.

15 En el ejemplo anteriormente mencionado, las presiones en el recipiente A y el recipiente B son reducidas por una unidad 8 de reducción de presión. Alternativamente, también pueden disponerse unidades 8 de reducción de presión independientes en el recipiente A y el recipiente B.

20 En el método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas contraídas de acuerdo con la invención, el recipiente A y el recipiente B se hacen pasar a los estados de presión reducida donde sus presiones interiores son menores que la presión atmosférica.

25 En la invención, aunque las presiones internas del recipiente A y el recipiente B no están particularmente limitadas siempre que sean menores que la presión atmosférica, las presiones internas como presiones absolutas son preferiblemente iguales o mayores que 10×10^3 Pa e iguales o menores que 90×10^3 Pa, más preferiblemente iguales o mayores que 10×10^3 Pa e iguales o menores que 60×10^3 Pa, y más preferiblemente iguales o menores que 10×10^3 Pa e iguales o menores que 30×10^3 Pa.

30 Si las presiones internas del recipiente A y el recipiente B son menores que 10×10^3 Pa, las presiones internas del recipiente A y el recipiente B disminuyen, pero el dispositivo de reducción de presión tiende a incrementar su precio. Si las presiones internas del recipiente A y el recipiente B son mayores de 90×10^3 Pa, las presiones internas aumentan y las partículas expandidas de segunda etapa contraídas como la muestra de medida no pueden hincharse suficientemente. Debido a esto, la precisión de la densidad aparente tiende a reducirse.

35 En la invención, las presiones internas del recipiente A y el recipiente B pueden ajustarse para ser iguales o diferentes. Cuando las presiones del recipiente A y el recipiente B se ajustan de modo que son diferentes, la presión interna del recipiente B puede ajustarse para que sea mayor o menor que la presión interna del recipiente A.

40 En caso de que la presión interna del recipiente B se ajuste para ser mayor que la presión interna del recipiente A, cuando la válvula 3 de descarga del recipiente A se abre para transportar las partículas expandidas de segunda etapa que se han hinchado y recuperado de la contracción en el recipiente A hacia el recipiente B, el aire es expulsado hacia el lado del recipiente A desde el lado del recipiente B. En este caso, incluso cuando las partículas expandidas de segunda etapa provocan una obstrucción en la cercanía de la parte inferior del recipiente A, la obstrucción se disuelve debido a la diferencia de presión (expulsión de aire). A partir de ese momento, es fácil llenar el recipiente B con las partículas expandidas de segunda etapa mediante caída libre y un estado de llenado del recipiente B se estabiliza, de modo que se reduce el error de medida. En consecuencia, es preferible el caso en que la presión interna del recipiente B se ajusta para que sea mayor que la presión interna del recipiente A.

50 Como la diferencia de presión cuando la presión interna del recipiente B se ajusta para que sea mayor en el caso en que las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se hacen diferentes entre sí, es preferible un intervalo igual o mayor de 5×10^3 Pa e igual o menor de 30×10^3 Pa, y es más preferible un intervalo igual o mayor que 7×10^3 Pa e igual o menor que 15×10^3 Pa. Cuando la diferencia de presión está dentro del intervalo anterior, es fácil disolver la obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa en la cercanía de la parte inferior del recipiente A y es difícil que se produzca una re-contracción de las partículas pre-expandidas después de la apertura de la válvula 3 de descarga A. Por tanto, es preferible debido a que la densidad aparente puede medirse de manera adecuada.

55 Por el contrario, también es preferible que la presión interna del recipiente B se ajuste para que sea menor que la presión interna del recipiente A debido a que la obstrucción se disuelve por diferencia de presión (expulsión de aire) incluso cuando las partículas expandidas de segunda etapa provocan la obstrucción en la cercanía de la parte inferior del recipiente A. Nótese que la densidad aparente obtenida tiende a ser mayor que la densidad aparente original en este caso. En consecuencia, es más preferible el caso en que la presión interna del recipiente B es mayor que la presión interna del recipiente A.

60 Como la diferencia de presión cuando la presión interna del recipiente A se ajusta para ser mayor en el caso en que las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se hacen diferentes una de otra, es preferible un intervalo igual o mayor que 5×10^3 Pa e igual o menor que 30×10^3 Pa, y es más preferible un intervalo igual o mayor de 5×10^3 Pa e igual o menor que 10×10^3 Pa. Cuando la diferencia de presión está dentro del intervalo anterior, es fácil disolver la

obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa en la cercanía de la parte inferior del recipiente A y es difícil que se produzca la re-contracción de las partículas pre-expandidas después de la apertura de la válvula 3 de descarga del recipiente A. Por tanto, es preferible debido a que puede medirse adecuadamente la densidad aparente.

5 Es preferible un modo en que las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se hacen iguales (equivalentes) por el siguiente motivo. Es decir, las presiones internas del recipiente A y el recipiente B pueden hacerse iguales (equivalentes) a través de la válvula 7 de tres vías mediante el accionamiento de la unidad 8 de reducción de presión en un estado en que las válvulas 2, 3 y 4 están cerradas, como se ilustra en la Figura 1. El modo es por tanto preferible debido a que no es necesario proporcionar una unidad para hacer que las presiones internas del recipiente A y el
10 recipiente B sean diferentes y el diseño de la instalación es fácil.

Se debe remarcar que cuando las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se hacen iguales (equivalentes), es necesario examinar suficientemente la forma del recipiente A, la apertura de la válvula 3 del recipiente A, y similares y deben realizarse ajustes para suprimir de manera suficiente la obstrucción con las partículas expandidas de segunda
15 etapa en la cercanía de la parte inferior del recipiente A.

En el dispositivo de medida de densidad aparente de acuerdo con la invención, no está particularmente limitada una unidad que ajusta las presiones internas del recipiente A y el recipiente B. Ejemplos de la misma incluyen:

20 (A) como se ilustra en la Figura 2, un método en el que unas sondas de presión y/o sensores de presión se fijan con anterioridad al recipiente A y al recipiente B, y una válvula 11 dispuesta en la tubería entre la válvula 7 de tres vías y el recipiente A y una válvula 12 dispuesta en la tubería entre la válvula 7 de tres vías y el recipiente B se cierran en un momento en el tiempo en que se han obtenido las presiones deseadas;

25 (B) como se ilustra en la Figura 2, un método en que la presión interna del recipiente B se ajusta conectando una unidad 9 (tubería) de descarga forzada, que se describirá más adelante, y una válvula 10 al recipiente B, reduciendo la presión en el recipiente B hasta una presión determinada, y luego, abriendo la válvula 10 adecuadamente;

(C) como se ilustra en la Figura 2, un método en el que la presión interna del recipiente A se ajusta reduciendo la presión en el recipiente A a cierta presión, y luego abriendo la válvula 2 adecuadamente; y

30 (D) como se ilustra en la Figura 2, un método en el que la presión interna del recipiente A se ajusta reduciendo la presión en el recipiente A hasta cierta presión, y luego abriendo la válvula 11 y la válvula 7 adecuadamente.

En el método (A), es preferible un método que usa válvulas automáticas que se cierran automáticamente en un momento en el tiempo en que se han obtenido las presiones deseadas en los recipientes A y B.

35 La escala 6 es un dispositivo que mide un peso de las partículas expandidas de segunda etapa descargadas del recipiente B a través de la válvula 4 de descarga del recipiente B. La escala 6 captura las partículas expandidas de segunda etapa descargadas sin excepción mediante la instalación de una bandeja 5 de recepción de descarga y así, y mide el peso de las mismas.

40 En la medida del peso de las partículas expandidas de segunda etapa, preferiblemente se dispone una unidad 9 de descarga forzada de modo que las partículas expandidas de segunda etapa pueden descargarse completamente del recipiente B.

45 La unidad 9 de descarga forzada puede utilizar un método en el que se conecta una tubería al recipiente B y el aire es expulsado de la tubería para descargar de manera forzada las partículas expandidas de segunda etapa desde el recipiente B usando el aire cuando las partículas expandidas de segunda etapa se descargan a través de la válvula 4 de descarga del recipiente B. Con el método, incluso en un estado donde las partículas expandidas de segunda etapa se cargan y son difíciles de descargar del recipiente B, las partículas expandidas de segunda etapa pueden
50 descargarse de manera eficiente.

La medida de la densidad aparente para las partículas pre-expandidas, en particular, las partículas expandidas de segunda etapa usando el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención puede llevarse a cabo con los siguientes procesos.

55 Es decir, el método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas usando el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención incluye:

60 (a) recoger parte o todas las partículas pre-expandidas contraídas y transportar las partículas pre-expandidas contraídas al recipiente A;

(b) hinchar las partículas pre-expandidas contraídas para recuperarse de la contracción haciendo que la presión interna en el recipiente A en el estado de presión reducido sea menor que la presión atmosférica;

(c) hacer que la presión interna del recipiente B en el estado de presión reducida sea menor que la presión atmosférica;

65 (d) llenar el recipiente B con las partículas pre-expandidas después de haberse hinchado en el recipiente A en el estado de presión reducida donde la presión interna del recipiente es menor que la presión atmosférica

mediante la apertura de la válvula 3 entre el recipiente A y el recipiente B, y recoger de manera fraccionada las partículas pre-expandidas de volumen constante; y
 (e) medir el peso de las partículas pre-expandidas mediante la escala 6 después de que la presión interna del recipiente B haya vuelto a la presión atmosférica y las partículas pre-expandidas llenadas en el recipiente B se hayan descargado.

En una operación de medida de densidad aparente para las partículas pre-expandidas (partículas de segunda etapa) usando el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención, las partículas expandidas de segunda etapa se fijan a las porciones de pared interna de la tolva de entrada, el recipiente A, y el recipiente B y las partículas se repelen una a otra debido a la electricidad estática o similar, y en algunos casos no puede medirse con precisión la densidad aparente.

En este caso, se lleva a cabo el siguiente proceso para eliminar la electricidad estática antes de la operación de medida, midiendo así la densidad aparente normalmente. Medidas específicas del método de eliminación de la electricidad estática incluyen, por ejemplo, un método en el que se añade (pulveriza) un agente anti-estático a las partículas expandidas de segunda etapa, un método en el que el dispositivo de medida de densidad aparente se pone a tierra (se conecta a tierra), o un método en el que la electricidad estática se elimina de manera forzada con la expulsión de aire comprimido o similar (por ejemplo, la unidad 9 descarga forzada anteriormente descrita).

Puede usarse como agente antiestático un agente antiestático, surfactante o similar comercialmente disponible.

Como se ha descrito anteriormente, el uso del dispositivo de medida de densidad aparente de la invención permite calcular la densidad aparente original mediante el hinchado de las partículas expandidas de segunda etapa inmediatamente después de su descarga de la máquina de expansión de segunda etapa a la presión menor que la presión atmosférica, el recogido de las mismas como muestras en el recipiente que tiene un volumen constante, y la medida del peso de las partículas expandidas de segunda etapa que tienen el volumen constante.

Un resultado de la medida de la densidad aparente mediante el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención se introduce en un ordenador personal, un secuenciador o similar como una señal eléctrica y se somete a una operación de comparación con un valor de densidad aparente objetivo usando un software de operación de comparación de densidad aparente. De este modo, puede usarse el resultado de la medida de densidad aparente para controlar las condiciones de fabricación de las partículas pre-expandidas o las partículas expandidas de segunda etapa.

Por ejemplo, con un método para fabricar partículas pre-expandidas como el descrito en el documento JP-A N° 2009-161738, el tiempo (tiempo de expansión) necesario para descargar las partículas expandidas a un área de presión menor que la presión interna del recipiente sellado llega hasta igual o más de varios minutos en algunos casos. Cuando el resultado de la medida de densidad aparente en un cierto momento del tiempo es diferente de la densidad aparente objetivo, se transmite una señal de nueva presión o valor de ajuste de temperatura a un dispositivo de ajuste de presión, un dispositivo de ajuste de temperatura, o similares que controla la presión, una temperatura, o similar en el recipiente sellado para obtener una densidad aparente objetivo. Por tanto, la densidad aparente puede controlarse de manera continua mientras las partículas expandidas se descargan en el área de baja presión.

Por otro lado, con un método para fabricar partículas pre-expandidas o un método para fabricar partículas expandidas de segunda etapa como el descrito en el documento JP-A N° 2009-263639, cuando un resultado de la medida de la densidad aparente de un cierto lote (tanda) es diferente de la densidad aparente objetivo, se transmite una señal de un nuevo valor de ajuste de presión a un dispositivo de ajuste de presión que controla una presión de vapor de calentamiento interior en una máquina de pre-expansión o una máquina de expansión de segunda etapa para obtener la densidad aparente objetivo, y se realimenta a unas condiciones de fabricación de lote subsiguientes. De este modo, puede controlarse de manera continua la densidad aparente.

Para ser específico, cuando la densidad aparente de las partículas pre-expandidas o las partículas expandidas de segunda etapa obtenidas en un cierto momento del tiempo es mayor que la densidad aparente objetivo, una señal de valor de ajuste mayor que la presión de vapor de calentamiento de un lote anterior se transmite en un lote posterior para hacer que la densidad aparente sea menor. Por otro lado, cuando su densidad aparente es menor que la densidad aparente objetivo, se transmite una señal de valor de ajuste menor que la presión de vapor de calentamiento en el lote anterior para obtener partículas pre-expandidas o partículas expandidas de segunda etapa que tienen una densidad aparente dentro de cierto intervalo, que es cercano a la densidad aparente objetivo.

Se debe remarcar que puede usarse software bien conocido como software de operación de comparación de densidad aparente.

Como método para fabricar las partículas pre-expandidas que se someten al dispositivo de medida de densidad aparente de la invención, puede usarse un método de fabricación convencionalmente bien conocido.

Por ejemplo, como se describe en el documento JP-A N° 2009-161738 anteriormente mencionado, se proporciona un

ejemplo de método para fabricar partículas expandidas de resina termoplástica (partículas pre-expandidas) usando agua y/o dióxido de carbono o similar contenido en un medio de dispersión acuosa como agente de expansión. El método incluye dispersar partículas de resina termoplástica en el medio de dispersión acuosa en el recipiente sellado, calentarlas y presurizarlas hasta una temperatura igual o mayor que una temperatura de reblandecimiento de las partículas de resina termoplástica, y luego liberarlas a un intervalo de presiones menor que la presión interna del recipiente sellado. El método es particularmente preferible cuando se fabrican partículas pre-expandidas de resina de poliolefina.

Además, como se describe en el documento JP-A N° 2009-263639 anteriormente mencionado, se proporciona un ejemplo de método para fabricar partículas pre-expandidas que tienen una densidad aparente predeterminada. El método incluye impregnar partículas de resina termoplástica polimerizadas en un recipiente de polimerización con un agente de expansión para obtener partículas de resina termoplástica expansibles, y luego calentarlas con un medio de calentamiento tal como vapor usando una máquina pre-expansora o similar. El método es particularmente preferible cuando se fabrican partículas pre-expandidas de resina de poliestireno y partículas pre-expandidas de resina de poliolefina modificadas por estireno.

Las partículas pre-expandidas obtenidas de este modo también pueden usarse para formar partículas pre-expandidas (partículas expandidas de segunda etapa) que tienen una elevada relación de expansión usando una máquina de expansión de segunda etapa.

Ejemplos del método para fabricar las partículas expandidas de segunda etapa que se usan en el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención incluyen un método en el que la presión interna se aplica con anterioridad a las partículas pre-expandidas obtenidas por separado y las partículas pre-expandidas proporcionadas se introducen en un depósito de una máquina de expansión de segunda etapa para que estén en contacto con el vapor calentado. Estos métodos pueden proporcionar las partículas expandidas de segunda etapa que tienen una relación de expansión mayor que las de las partículas pre-expandidas.

Se debe remarcar que la aplicación de presión interna a las partículas pre-expandidas puede llevarse a cabo fácilmente mediante un método convencionalmente bien conocido tal como un método que incluye llenar un recipiente sellado resistente a la presión con las partículas pre-expandidas y llevar a cabo un proceso de presurización con el aire o similar. Además, también se pueden proporcionar partículas expandidas de etapa múltiple, tales como partículas expandidas de tercera etapa, mediante la repetición del método para fabricar las partículas expandidas de segunda etapa.

Ejemplos de resina como un material base para las partículas pre-expandidas que se usan en la invención incluyen resina de polipropileno, resina de polietileno, resina de copolímero de acetato de vinilo-etileno, resina de poliestireno, resina de poliestireno resistente a impactos, resina de copolímero de ácido estireno-(meta)acrílico resina de copolímero de acrilonitrilo-estireno, resina de éster de ácido metacrílico, resina de cloruro de vinilideno, resina de éter de polifenileno, y una mezcla de las mismas. Ejemplos de la mezcla incluyen resina mezclada de éter de polifenileno y poliestireno, resina compuesta en la que un monómero vinílico es copolimerizada como injerto con una parte de poliolefina (resina de poliolefina modificada con estireno), y similares.

En un punto en que se ejerce todavía más un efecto en que se obtienen mediante la invención las partículas pre-expandidas con una densidad aparente uniforme, la resina de poliolefina tal como la resina de polipropileno y la resina de polietileno se usan preferiblemente como la resina base de las partículas pre-expandidas, y el dispositivo de medida de la densidad aparente de la invención preferiblemente se usa para fabricar las partículas expandidas de segunda etapa. En la expansión de segunda etapa de partículas pre-expandidas de resina de poliolefina tales como partículas pre-expandidas de resina de polipropileno y partículas pre-expandidas de resina de polietileno, se requieren por tanto ajustes frecuentes y precisos relativos a cambios en la densidad aparente con relación a la presión de ajuste de la expansión de segunda etapa y la presión de ajuste de la expansión de segunda etapa para cada lote. La invención permite controlarlos de manera sencilla, obteniendo así las partículas expandidas de segunda etapa con una densidad aparente uniforme.

La densidad aparente de las partículas pre-expandidas de resina de poliolefina no está particularmente limitada. Sin embargo, las partículas pre-expandidas de resina de poliolefina que tienen una densidad aparente igual o mayor de 8 g/L y menor de 30 g/L con expansión multi-etapa tal como la expansión de segunda etapa son fáciles de contraer con la expansión multi-etapa y es fácil aumentar la variación en la densidad aparente de las mismas. Con relación a este punto, la invención puede controlar la densidad aparente de manera continua midiendo la densidad aparente de las partículas pre-expandidas después de ser hinchadas y de que se recuperen de la contracción y realimentando el resultado de la misma a las condiciones de fabricación del lote subsiguiente, llevando así a cabo una expansión multi-etapa estable con una densidad aparente uniforme. Por tanto, son preferibles las partículas pre-expandidas de resina de poliolefina.

Como método para obtener las partículas pre-expandidas de resina de polipropileno o las partículas pre-expandidas de resina de polietileno, puede usarse específicamente el método existente descrito en el documento JP-A N° 2009-161738.

Por ejemplo, se usa una composición de resina de poliolefina formada con resina de polipropileno o resina de polietileno para las partículas de resina de poliolefina y las partículas de resina de poliolefina se expanden, obteniéndose así las partículas pre-expandidas de resina de poliolefina.

La composición de resina de poliolefina es una composición de resina usando resina de poliolefina como material principal y mezclando una sustancia hidrofílica tal como glicol de polietileno, glicerina, y melamina si es necesario. La composición de resina de poliolefina se funde usando un extrusor o similar para obtener partículas de resina de poliolefina que tienen un tamaño de partícula deseado tal como una forma cilíndrica.

Una dispersión obtenida dispersando las partículas de resina de poliolefina junto con un agente de expansión tal como dióxido de carbono en agua en un recipiente sellado se calienta hasta una temperatura dentro del intervalo de un punto de fusión -20° hasta un punto de fusión $+20^{\circ}$ de las partículas de resina de poliolefina para impregnar las partículas de resina de poliolefina con el agente de expansión. Entonces, se liberan las partículas de resina de poliolefina a una atmósfera de una presión menor que en el recipiente mientras la temperatura y presión en el recipiente se mantienen constantes a la presión igual o mayor que la presión de vapor mediante el agente de expansión. De este modo, se obtienen las partículas pre-expandidas de resina de poliolefina objetivo de la invención.

Ejemplos de la resina de poliolefina incluyen resina de polipropileno tal como resina de homopropileno, copolímero aleatorio de propileno-etileno, copolímero aleatorio de propileno-buteno, y terpolímero de propileno-etileno-buteno, y resina de polietileno tal como resina de polietileno de alta densidad, resina de polietileno de densidad media, resina de polietileno de baja densidad, y resina de polietileno de baja densidad de cadena recta.

Ejemplos

En adelante, aunque se describirá la invención mediante ejemplos, la invención no está limitada a los ejemplos.

(Ejemplo 1)

<Fabricación de partículas de resina>

Se mezclaron en seco 100 partes en peso de resina de polietileno de baja densidad de cadena recta [MI = 2,0 g/10min, punto de fusión 122°C], 0,2 partes en peso de glicerina [glicerina D purificada fabricada por la Lion Corporation] y 0,03 partes en peso de talco. La mezcla se suministró a un extrusor de tornillo simple de 50 ϕ a una velocidad de descarga de 40 kg/hr, fundida y amasada a una temperatura de resina de 220°C , se enfrió con agua y, luego, se cortó con un peletizador para obtener partículas de resina de polietileno de baja densidad de cadena recta (4,5 mg/partícula) con forma cilíndrica.

<Fabricación de las partículas expandidas de segunda etapa>

Se pusieron en el recipiente sellado resistente a la presión 100 partes en peso de las partículas de resina de polietileno de baja densidad de cadena recta, 200 partes en peso de agua pura, 0,5 partes en peso de fosfato cálcico terciario, y 0,05 partes en peso de sulfonato de sodio de n-parafina, y se introdujeron 7,5 partes en peso de dióxido de carbono en el recipiente sellado resistente a la presión al mismo tiempo que se revolvió la mezcla. La mezcla obtenida se calentó hasta 122°C durante 30 minutos. La presión en el recipiente sellado resistente a la presión en este momento era de 3,5 MPa (presión medida).

A continuación, se abrió una válvula en una porción inferior del recipiente sellado y se liberó la mezcla hasta la presión atmosférica a través de una placa con orificios para obtener partículas pre-expandidas de resina de polietileno con una densidad aparente de 60 g/L.

<Fabricación de partículas expandidas de segunda etapa>

Después de secar las partículas pre-expandidas de resina de polietileno, se pusieron en el recipiente resistente a la presión, y la presión interna del mismo se ajustó a 0,39 MPa (presión absoluta) usando el aire a presión. Entonces, se pusieron las partículas pre-expandidas de resina de polietileno obtenidas en el depósito de la máquina de expansión de segunda etapa y se calentaron mediante contacto con vapor de calentamiento a 0,07 MPa (presión medida) durante 30 segundos, fabricándose así las partículas expandidas de segunda etapa. Las partículas expandidas de segunda etapa se habían contraído.

<Medida de densidad aparente para partículas expandidas de segunda etapa>

La densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa descargadas de la máquina de expansión de segunda etapa se midió usando el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención según se ilustra en la Figura 1.

(a) Las partículas expandidas de segunda etapa contraídas se pusieron en la tolva 1 de entrada (volumen 3L) hasta que se llenó sustancialmente con las mismas en un estado en que la válvula 2 de entrada del recipiente A estaba cerrada.

Posteriormente, en un estado en que la válvula 2 de entrada del recipiente A (diámetro interior 50 mm) estaba abierta y la válvula 3 de descarga del recipiente A estaba cerrada, se pusieron las partículas expandidas de

segunda etapa en el recipiente A (volumen 4L, ángulo de la porción cónica $\alpha=90^\circ$) y se cerró la válvula 2 de entrada del recipiente A.

(b) A continuación, se comprobó el estado cerrado de la válvula 4 de descarga del recipiente B y luego se accionó la unidad 8 de reducción de presión (bomba de vacío) para reducir las presiones internas del recipiente A y el recipiente B a 30x303 Pa en un estado de presión ecualizada a través de la válvula 7 de tres vías. Por tanto, las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente A se hincharon.

(c) La válvula 7 de tres vías se operó para bloquear la conexión a la unidad 8 de reducción de presión mientras las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se mantuvieron a 30x103 Pa. A continuación, se abrió la válvula 3 de descarga del recipiente A y las partículas expandidas de segunda etapa que se habían hinchado en el recipiente A se transportaron y llenaron el recipiente B con el volumen $V=1L$ mediante caída libre. Entonces, se cerró la válvula 3 de descarga del recipiente A.

(d) Después de eso, se operó la válvula 7 de tres vías para retornar las presiones internas de los recipientes A y el recipiente B a la presión atmosférica. Entonces, las partículas expandidas de segunda etapa que se habían hinchado en el recipiente B se contrajeron hasta llegar a las partículas expandidas de segunda etapa originales.

Posteriormente, se abrió la válvula 4 de descarga del recipiente B y toda la cantidad de las partículas expandidas de segunda etapa se descargaron hacia la bandeja 5 de recepción de descarga. Entonces, se midió el peso $[W(g)]$ de las partículas descargadas usando la escala 6 para calcular la densidad aparente $[W/V(g/L)]$.

<Realimentación a máquina de expansión de segunda etapa>

Entonces, se comparó el resultado de la medida consistente en el resultado calculado anteriormente mencionado y un valor objetivo usando el dispositivo de operación de comparación de densidad aparente compuesto de un ordenador personal que incorpora una entrada de señal analógica y un terminal de salida.

Un valor medido de la densidad aparente de un primer lote (tanda) de la expansión de segunda etapa fue de 14 g/L, que es mayor que 12 g/L como valor medio del valor objetivo de 10 a 14 g/L. Entonces, se transmitió al dispositivo de ajuste de presión una señal para aumentar la presión de ajuste de la presión de vapor de calentamiento de la máquina de expansión de segunda etapa. Después de eso, se midió la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa para cada tanda par y se transmitieron señales modificadas hasta una tanda octogésima para hacer que la densidad aparente se acercase al valor medio. De este modo, se continuo el ajuste.

Cuando se ejecutó la expansión de segunda etapa para 80 tandas, las densidades aparentes desde la primera tanda a la octogésima tanda estaban dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable. Sin embargo, se produjeron obstrucciones en el recipiente A con las partículas expandidas de segunda etapa. En este caso, la medida de densidad aparente se interrumpió para disolver la obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente A. A continuación, se reinició la medida.

La medida de los resultados de densidad aparente y las condiciones de la expansión de 2 etapas para cada diez tandas se indican en la Tabla 1, la Tabla 2 y la Figura 4.

[Tabla 1]

Tabla 1 Resultado de medida de densidad aparente

		Número tanda	1	10	20	30	40	50	60	70	80
Ejemplo 1		Densidad aparente (g/L)	14	12.5	12.1	11.5	11.6	12.1	12	11.8	11.9
Ejemplo comparativo 1		Densidad aparente (g/L)	16	14.5	13.2	11.2	11.7	12.2	12	12.1	12.5
Ejemplo de Referencia 1	Procesamiento térmico en Ejemplo 1	Densidad aparente (g/L)	14	12.4	12.2	11.6	11.6	12	12.1	12	12
Ejemplo de Referencia 2	Procesamiento térmico en Ejemplo Comparativo 1	Densidad aparente (g/L)	13.5	11.7	10.4	8.9	10.3	9.6	10.1	9.3	10.2

Estandar de fabricación 10 a 14 g/L

(Ejemplo comparativo 1)

La densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa fabricadas en el Ejemplo 1 se midió usando un dispositivo de medida de densidad aparente bien conocido tal como se ilustra en la Figura 3, que se conoce convencionalmente. El dispositivo de medida de densidad aparente bien conocido es un dispositivo que tiene una configuración en la que el recipiente B se conecta con una tolva 21 de entrada a través de una válvula 22 de entrada y que recoge de manera fraccionada las partículas expandidas de segunda etapa a presión atmosférica.

Cuando se usó el dispositivo de densidad aparente convencional, la densidad aparente de una primera tanda de la expansión de segunda etapa fue de 16 g/L, que es mayor que el valor objetivo de 10 a 14 g/L. Entonces, se transmitió la señal para incrementar la presión de vapor de calentamiento de la máquina de expansión de segunda etapa al dispositivo de ajuste de presión. La densidad de las partículas expandidas de segunda etapa se midió cada diez tandas

y se enviaron señales modificadas hasta que la tanda octogésima para hacer que la densidad aparente fuese cercana al valor medio del objetivo. De este modo, continuó el ajuste.

Los resultados de la medida de densidad aparente se ilustran en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 4.

(Ejemplo de referencia 1)

Las partículas expandidas de segunda etapa recogidas en el Ejemplo 1 se dejaron reposar durante cuatro horas en una secadora ajustada a 80°C para recuperarlas de la contracción. Después de eso, se midió una densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa usando el dispositivo de medida de densidad aparente bien conocido que se ilustra en la Figura 3.

Los resultados de la medida de densidad aparente se ilustran en la Tabla 1.

Las densidades aparentes de las partículas expandidas de segunda etapa que se dejaron reposar durante cuatro horas en la secadora ajustada a 80°C y que se habían recuperado de la contracción presentaban valores similares que las densidades aparentes (Ejemplo 1) medidas por el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención. En otras palabras, se obtuvieron las densidades aparentes dentro del valor objetivo. Es decir, se descubre que la densidad aparente medida por el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención podría medirse como la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa originales.

(Ejemplo de referencia 2)

Las partículas expandidas de segunda etapa recogidas en el Ejemplo Comparativo 1 se dejaron reposar durante cuatro horas en una secadora ajustada a 80°C para que se recuperasen de la contracción. Después de eso, se midió la densidad aparente de las partículas expandidas de segunda etapa usando el dispositivo de medida de densidad aparente bien conocido ilustrado en la Figura 3.

Los resultados de la medida de la densidad aparente se ilustran en la Tabla 1 y la Figura 4.

Las densidades aparentes de las partículas expandidas de segunda etapa que se dejaron durante cuatro horas en la secadora ajustada a 80°C y se habían recuperado de la contracción eran menores que las densidades aparentes (Ejemplo Comparativo 1) de las partículas expandidas de segunda etapa en el estado contraído, que se midieron mediante el dispositivo de medida de densidad aparente convencional. Es decir, se descubrió que las densidades aparentes (Ejemplo Comparativo 1) de las partículas expandidas de segunda etapa, que se midieron mediante el método convencional, eran diferentes de las densidades aparentes (Ejemplo de Referencia 2) de las partículas expandidas de segunda etapa originales. Además, las densidades aparentes se desviaron de la densidad aparente objetivo y la variación fue grande.

Como se aprecia claramente del resultado de la medida de una primera tanda en la Tabla 1, el valor de la medida mediante el dispositivo de medida de densidad aparente conocido fue elevado debido a la contracción, mientras que la densidad aparente original pudo medirse mediante el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención con una reproducibilidad excelente debido a que las partículas expandidas de segunda etapa se hincharon bajo la presión reducida y se recuperaron hasta los estados originales de las partículas expandidas.

En cuanto a los resultados de realimentación basados en los resultados de la medida de las densidades aparentes, como se indica en la Tabla 1 y la Figura 4, las densidades aparentes de las partículas expandidas de segunda etapa desde la primera tanda hasta la octogésima tanda cuando se usó el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención estuvieron dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable.

Por otro lado, cuando se usó el dispositivo de medida de densidad aparente conocido, las partículas expandidas de segunda etapa descargadas de la máquina de expansión de segunda etapa se contrajeron y no se pudieron medir las densidades aparentes originales. Como resultado, las densidades aparentes variaron mucho entre las tandas. Además, las densidades de las partículas expandidas de segunda etapa que se habían recuperado de la contracción mediante el proceso de calentamiento también variaron mucho.

[Tabla 2]

Tabla 2

	Ejemplo								Ejemplo Comparativo
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Angulo α de porción cónica	90	90	60	50	130	60	50	60	90
Presión interna de recipiente A inmediatamente antes de llenado de recipiente B	30×10^5	20×10^5	20×10^5	20×10^5	20×10^5	30×10^5	30×10^5	30×10^5	Presión atmosférica
Presión interna de recipiente B inmediatamente antes de llenado de recipiente B	30×10^5	30×10^5	30×10^5	30×10^5	30×10^5	30×10^5	30×10^5	20×10^5	Presión atmosférica
Condiciones de partículas expandidas de segunda etapa	Se produjo obstrucción una vez en el recipiente A en 80 tandas	Sin problemas	Sin problemas	Se produjo obstrucción dos veces en el recipiente A en 80 tandas	Aunque las densidades aparentes estaban dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L, cuando se intentó descargar las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente A después de la medida de las densidades aparentes, las partículas expandidas de segunda etapa permanecieron en la porción cónica del recipiente A, y fue necesario tiempo para la limpieza.	Se produjo obstrucción dos veces en el recipiente A en 80 tandas	Se produjo obstrucción cuatro veces en el recipiente A en 80 tandas	Aunque las densidades aparentes estaban dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L, se obtuvieron densidades aparentes completamente mayores que las del Ejemplo 1.	Las densidades aparentes variaron mucho entre tandas y no se pudieron medir las densidades aparentes originales. Las densidades aparentes de las partículas expandidas de segunda etapa que se habían recuperado de la contracción mediante el proceso de calentamiento también variaron mucho.

(Ejemplo 2)

5 En <Medida de la densidad aparente para las partículas expandidas de segunda etapa>, se llevó a cabo la expansión de segunda etapa mediante operaciones iguales que las del Ejemplo 1 excepto por que la densidad aparente se midió del siguiente modo usando el dispositivo de medida de densidad aparente de la invención según se ilustra en la Figura 2, y se llevó a cabo una evaluación. En la Tabla 2 se ilustra el resultado de la evaluación.

10 (1) Las partículas expandidas de segunda etapa contraídas se dispusieron en un estado en que la válvula 2 de entrada del recipiente A estaba cerrada hasta que la tolva 1 de entrada (volumen 3L) estaba sustancialmente lleno de las mismas.

15 Posteriormente, en un estado en que la válvula 2 de entrada del recipiente A (diámetro interior de 50 mm) estaba abierta y la válvula 3 de descarga del recipiente A estaba cerrado, se pusieron las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente A (volumen 4L, ángulo de la porción cónica $\alpha=90^\circ$) y la válvula 2 de entrada del recipiente A estaba cerrada.

20 (2) A continuación, se comprobó el estado cerrado de la válvula 4 de descarga del recipiente B y la válvula 10. Después de ello, la válvula 11 (válvula automática) dispuesta en la tubería que conecta la válvula 7 de tres vías y el recipiente A y la válvula 12 (válvula automática) dispuesta en la tubería que conecta la válvula 7 de tres vías y el recipiente B se abrieron y se accionó la unidad 8 de reducción de presión (bomba de vacío) para reducir las presiones internas del recipiente A y el recipiente B a través de la válvula 7 de tres vías (hasta 20×10^3 Pa para la presión interna del recipiente A, hasta 30×10^3 Pa para la presión interna del recipiente B). En este caso, las válvulas 11 y 12 automáticas se cerraron en un momento en el tiempo en el que el recipiente A y el recipiente B alcanzaron las presiones internas indicadas en la Tabla 2. De este modo, las partículas expandidas de segunda etapa del recipiente A se hincharon y se recuperaron de la contracción.

25 (3) La válvula 3 de descarga del recipiente A (diámetro interior de 50 mm) se abrió, y las partículas expandidas de segunda etapa que se hincharon en el recipiente A se transportaron y llenaron el recipiente B que tiene un volumen de $V=1$ L mediante caída libre. Entonces, se cerró la válvula 3 de descarga del recipiente A.

30 (4) A continuación, se abrió la válvula 4 de descarga del recipiente B (diámetro interior de 50 mm) y se descargó la cantidad total de las partículas expandidas de segunda etapa en la bandeja 5 de recepción de descarga. Entonces, el peso $[W(g)]$ de las partículas descargadas se midió usando la escala 6 para calcular la densidad aparente $[W/V(g/L)]$. Cuando las partículas expandidas de segunda etapa se descargaron en la bandeja 5 de recepción, se abrió la válvula 10 y se expulsó el aire hacia el interior del recipiente B desde el exterior a través de la unidad 9 (tubería) de descarga forzada para evitar que las partículas expandidas de segunda etapa permaneciesen en el recipiente B.

35 (5) Después de medir la densidad aparente, la válvula 2, la válvula 3, y la válvula 4 se abrieron y se descargaron las partículas expandidas de segunda etapa que quedaban en la tolva 1 de entrada y el recipiente A.

40 Cuando se ejecutó la expansión de segunda etapa para 80 tanda octogésimas según se ha descrito anteriormente, las densidades aparentes desde la primera tanda hasta la octogésima tanda estaban dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable. Además, no se produjo ningún problema tal como la obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa en el dispositivo.

(Ejemplo 3)

45 La expansión de segunda etapa se llevó a cabo mediante operaciones iguales a las del Ejemplo 2 excepto por que se usó el dispositivo de medida de densidad aparente con un ángulo α de la porción cónica del recipiente A ajustado a 60° , y se realizó una evaluación. En la Tabla 2 se muestra el resultado de la evaluación.

50 Cuando se ejecutó la expansión de segunda etapa para 80 tandas, las densidades aparentes desde la primera tanda hasta la octogésima tanda estuvieron dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable. Además, no se produjo ningún problema tal como la obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa en el dispositivo.

(Ejemplo 4)

55 La expansión de segunda etapa se llevó a cabo mediante operaciones iguales a las del Ejemplo 2 excepto por que se usó el dispositivo de medida de la densidad aparente con un ángulo α de la porción cónica del recipiente A ajustado a 50° , y se realizó una evaluación. En la Tabla 2 se muestra el resultado de la evaluación.

60 Cuando se ejecutó la expansión de segunda etapa durante 80 tandas, las densidades aparentes desde la primera tanda hasta la octogésima tanda estuvieron dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable. Sin embargo, dos veces en el recipiente A se produjo una obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa. Cada vez que se produjo la obstrucción, se interrumpió la medida de la densidad aparente para disolver la obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente A. Entonces, se reinició la medida.

(Ejemplo 5)

65 La expansión de segunda etapa se llevó a cabo mediante operaciones iguales a las del Ejemplo 2 excepto por que se usó el dispositivo de medida de la densidad aparente con un ángulo α de la porción cónica del recipiente A ajustado a

130º, y se realizó una evaluación. En la Tabla 2 se muestra el resultado de la evaluación.

5 Cuando se ejecutó la expansión de segunda etapa durante 80 tandas, las densidades aparentes desde la primera tanda hasta la octogésima tanda estuvieron dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable. Sin embargo, cuando se intentó descargar las partículas expandidas de segunda etapa del recipiente A para su limpieza tras la medida de la densidad aparente, las partículas expandidas de segunda etapa permanecieron en la porción cónica del recipiente A y la limpieza conllevó tiempo.

(Ejemplo 6)

10 La expansión de segunda etapa se llevó a cabo mediante operaciones iguales a las del Ejemplo 1 excepto por que se usó el dispositivo de medida de la densidad aparente con un ángulo α de la porción cónica del recipiente A ajustado a 60º, y las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se ajustaron a las presiones internas ilustradas en la Tabla 2 (en estados ecualizados en presión de 30×10^3 Pa para el recipiente A y el recipiente B), y se llevó a cabo una evaluación. En la Tabla 2 se muestra el resultado de la evaluación.

15 Cuando se ejecutó la expansión de segunda etapa durante 80 tandas, las densidades aparentes desde la primera tanda hasta la octogésima tanda estuvieron dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable. Sin embargo, dos veces en el recipiente A se produjo una obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa. Cada vez que se produjo la obstrucción, se interrumpió la medida de la densidad aparente para disolver la obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente A. Entonces, se reinició la medida.

(Ejemplo 7)

25 La expansión de segunda etapa se llevó a cabo mediante operaciones iguales a las del Ejemplo 1 excepto por que se usó el dispositivo de medida de la densidad aparente con un ángulo α de la porción cónica del recipiente A ajustado a 50º, y las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se ajustaron a las presiones internas ilustradas en la Tabla 2 (en estados ecualizados en presión de 30×10^3 Pa para el recipiente A y el recipiente B), y se llevó a cabo una evaluación. En la Tabla 2 se muestra el resultado de la evaluación.

30 Cuando se ejecutó la expansión de segunda etapa durante 80 tandas, las densidades aparentes desde la primera tanda hasta la octogésima tanda estuvieron dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable. Sin embargo, cuatro veces en el recipiente A se produjo una obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa. Cada vez que se produjo la obstrucción, se interrumpió la medida de la densidad aparente para disolver la obstrucción con las partículas expandidas de segunda etapa en el recipiente A. Entonces, se reinició la medida.

(Ejemplo 8)

35 La expansión de segunda etapa se llevó a cabo mediante operaciones iguales a las del Ejemplo 2 excepto por que se usó el dispositivo de medida de la densidad aparente con un ángulo α de la porción cónica del recipiente A ajustado a 60º, y las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se ajustaron a las presiones internas ilustradas en la Tabla 2 (30×10^3 Pa para la presión interna del recipiente A y 20×10^3 Pa para la presión interna del recipiente B), y se llevó a cabo una evaluación. En la Tabla 2 se muestra el resultado de la evaluación.

45 Cuando se ejecutó la expansión de segunda etapa durante 80 tandas, las densidades aparentes desde la primera tanda hasta la octogésima tanda estuvieron dentro del valor objetivo de 10 a 14 g/L de manera estable. Sin embargo, se obtuvieron densidades aparentes completamente mayores que las del Ejemplo 1. Se considera que parte de las partículas expandidas de segunda etapa llenaron de manera forzada el recipiente B desde el recipiente A sin caer mediante caída libre y el recipiente B quedó lleno con partículas expandidas de segunda etapa de una manera ligeramente congestionada. Se debería remarcar que no se produjo ningún problema tal como la obstrucción con partículas expandidas de segunda etapa.

50 Lista de símbolos de referencia

A Recipiente A

B Recipiente B

1 Tolva de entrada

2 Válvula de entrada

55 3 Válvula de descarga de recipiente A

4 Válvula de descarga de recipiente B

5 Bandeja de recepción de descarga

6 Escala

7 Válvula de tres vías

60 8 Unidad de reducción de presión (bomba de vacío)

9 Unidad de descarga forzada (tubería)

10 Válvula dispuesta en unidad de descarga forzada

11 Válvula dispuesta en tubería entre la válvula 7 de tres vías y el recipiente A

12 Válvula dispuesta en la tubería entre la válvula 7 de tres vías y el recipiente B

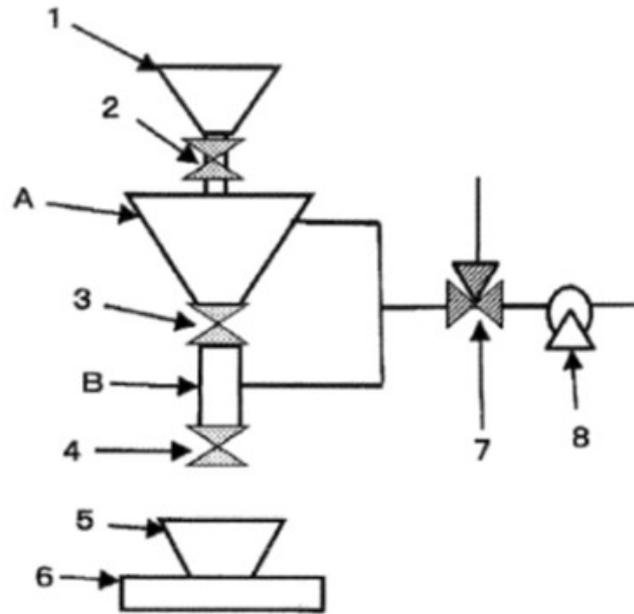
65

REIVINDICACIONES

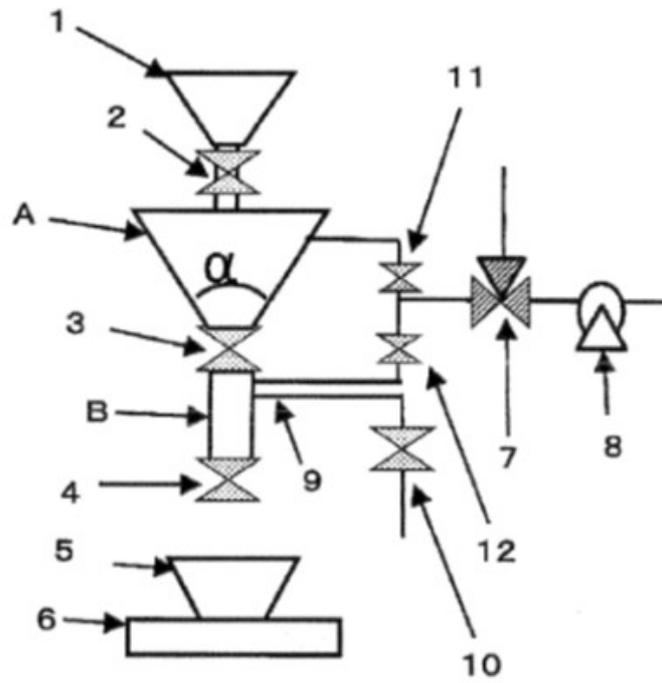
1. Un dispositivo adecuado para medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas contraídas, donde el dispositivo comprende:
- 5 un recipiente A en el que las partículas pre-expandidas contraídas se hinchan y se recuperan de la contracción mediante la reducción de una presión interna del recipiente A hasta una presión menor que la presión atmosférica;
- 10 un recipiente B en el que las partículas pre-expandidas después de haberse hinchado en el recipiente A se introducen en un estado de presión reducida donde la presión interna del recipiente B es menor que la presión atmosférica, y se recogen como una fracción de un volumen total constante;
- 15 una unidad (8) de reducción de presión que es capaz de ajustar la presión interna del recipiente A y la presión interna del recipiente B respectivamente a la presión menor que la presión atmosférica; y
- una escala (6) que puede medir un peso de las partículas pre-expandidas introducidas en el recipiente B.
2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que además incluye, entre el recipiente A y el recipiente B, una válvula (3) de descarga de recipiente A que puede descargar las partículas pre-expandidas alojadas en el recipiente A mediante caída libre y llenar el recipiente B con las partículas pre-expandidas.
- 20 3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que además incluye una válvula (4) de descarga de recipiente B que es capaz de descargar las partículas pre-expandidas llenadas en el recipiente B a la escala (6).
4. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de entre las reivindicaciones 1 a 3 que además incluye una unidad que es capaz de hacer que las presiones internas del recipiente A y del recipiente B sean diferentes entre sí.
- 25 5. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de entre las reivindicaciones 1 a 4, donde el recipiente A tiene una porción cónica y un ángulo α de la porción cónica es igual o mayor de 60° e igual o menor que 120° .
- 30 6. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de entre las reivindicaciones 1 a 5, donde al menos una válvula para controlar la presión interna de recipiente está dispuesta en una tubería que conecta el recipiente A y la unidad (8) de reducción de presión y/o una tubería que conecta el recipiente B y la unidad (8) de reducción de presión.
7. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de entre las reivindicaciones 1 a 6, donde se dispone en el recipiente B una unidad (9) de descarga forzada que es capaz de descargar de manera forzada las partículas pre-expandidas llenadas en el recipiente B.
- 35 8. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de entre las reivindicaciones 1 a 7 donde se proporciona en el recipiente A un interruptor de nivel que es capaz de controlar la cantidad de las partículas pre-expandidas alojadas.
- 40 9. Un método para medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas, que es un método para medir la densidad aparente de partículas pre-expandidas contraídas, donde el método incluye:
- 45 a) recoger una parte o todas las partículas pre-expandidas contraídas y transportar las partículas pre-expandidas contraídas al recipiente A;
- b) hinchar las partículas pre-expandidas contraídas para que se recuperen de la contracción haciendo que una presión interna del recipiente A en un estado de presión reducida sea menor que la presión atmosférica;
- c) hacer que una presión interna de un recipiente B en el estado de presión reducida sea menor que la presión atmosférica;
- 50 d) llenar el recipiente B con las partículas pre-expandidas después de haberse hinchado en el recipiente A en un estado de presión reducida donde la presión interna del recipiente B es menor que la presión atmosférica mediante la apertura de una válvula (3) entre el recipiente A y el recipiente B y la recogida de una fracción de un volumen constante de las partículas pre-expandidas; y
- e) medir un peso de las partículas pre-expandidas mediante una escala (6) después de que la presión interna del recipiente B haya retornado a la presión atmosférica y de que las partículas pre-expandidas llenadas en el
- 55 recipiente B sean descargadas.
10. El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con la reivindicación 9, donde en el proceso c), la presión interna del recipiente B se ajusta para que sea mayor que la presión interna del
- 60 recipiente A.
11. El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con la reivindicación 9, donde en el proceso c) la presión interna del recipiente B se ajusta para que sea menor que la presión interna del
- 65 recipiente A.
12. El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con la reivindicación 9, donde en el proceso c) las presiones internas del recipiente A y el recipiente B se ajustan para que sean equivalentes.

- 5 13. El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, donde las presiones internas del recipiente A y el recipiente B son iguales o mayores que 10×10^3 Pa e iguales o menores que 90×10^3 Pa.
- 10 14. El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, donde en el proceso a) un volumen aparente de las partículas pre-expandidas contraídas que se transportan al recipiente A es igual o mayor que el 20% o igual o menor que el 80% de un volumen interno del recipiente A.
- 15 15. El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14 donde en el proceso d), el llenado del recipiente B con las partículas pre-expandidas se lleva a cabo mediante caída libre, y en el proceso e) la descarga de las partículas pre-expandidas del recipiente B se lleva a cabo al menos usando una unidad 9 de descarga forzada.
- 20 16. El método para medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, donde las partículas pre-expandidas son partículas pre-expandidas de resina de poliolefina.
- 25 17. Un método para fabricar partículas pre-expandidas, donde el método incluye:
medir la densidad aparente de las partículas pre-expandidas mediante el método de medida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 16; y
ajustar las condiciones de expansión de las partículas pre-expandidas en un dispositivo de pre-expansión mediante la comparación de un resultado de la medida de densidad aparente con una densidad aparente objetivo, y realimentar un resultado de la comparación al dispositivo de pre-expansión.
- 30 18. El método para fabricar las partículas pre-expandidas de acuerdo con la reivindicación 17, donde el dispositivo de pre-expansión es una máquina de expansión de segunda etapa.
- 35 19. El método para fabricar las partículas pre-expandidas de acuerdo con la reivindicación 17 o 18, donde las partículas pre-expandidas son partículas pre-expandidas de resina de poliolefina que tienen una densidad aparente igual o mayor de 8 g/L y menor de 30 g/L.

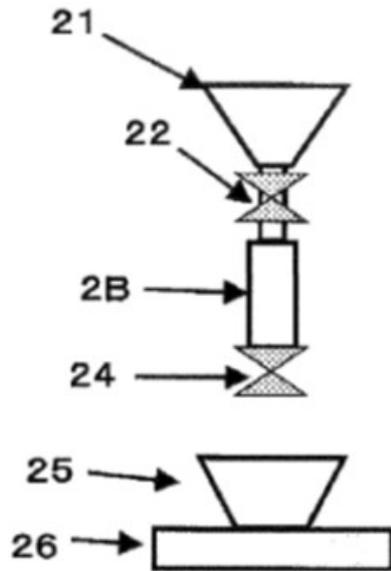
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

