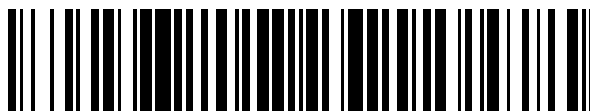


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 456**

51 Int. Cl.:

**A23C 9/18** (2006.01)

**A23C 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.12.2009 E 09834521 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 2369940**

54 Título: **Leche en estado sólido y procedimiento de fabricación asociado**

30 Prioridad:

**26.12.2008 JP 2008335154**

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

**16.10.2015**

73 Titular/es:

**MEIJI CO., LTD. (100.0%)  
1-2-10, Shinsuna, Koto-ku  
Tokyo 136-0075, JP**

72 Inventor/es:

**TOYODA, IKURU;  
SATAKE, YOSHINORI y  
OHTSUBO, KAZUMITSU**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 548 456 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**

Leche en estado sólido y procedimiento de fabricación asociado

5 Área técnica

Esta solicitud reivindica prioridad según convenio basada en la solicitud de patente japonesa N° 2008-335154.

10 La presente invención se refiere a un método para fabricar leche en estado sólido con adecuada resistencia y adecuada solubilidad que pueda mantener la forma de leche en estado sólido en el momento de la fabricación del cuerpo moldeado por compactación de leche en polvo, mediante el uso de leche en polvo que es fabricada por dispersión de un gas indicado.

15 Antecedentes técnicos

La leche en polvo es un producto en polvo (sólido) que se fabrica mediante eliminación de agua de la leche. Sin embargo, la leche en polvo se dispersa fácilmente por lo que toma tiempo pesar la leche en polvo (o sea una medida baja). Por consiguiente, se sugiere que se fabrique leche en estado sólido a partir de leche en polvo solidificada mediante moldeado por compactación de la leche en polvo, para mejorar la medición (por ejemplo, véase el documento de patente 1 siguiente (publicación de patente japonesa N° 4062357)).

20 Sin embargo, el problema es que la leche en estado sólido es inferior en solubilidad a la leche en polvo debido a la pequeña área superficial y la baja porosidad. Por otra parte, si la presión de compactación es baja en el momento del moldeado por compactación de la leche en polvo, la dureza de la leche fabricada en estado sólido disminuye y la leche en estado sólido se destruye fácilmente. Por lo tanto, el problema es que es difícil mejorar la solubilidad de la leche en estado sólido y mantener simultáneamente la dureza de la leche en estado sólido dentro del intervalo de utilidad.

25 En la publicación de patente japonesa N° 4062357 (documento de patente 1), se da a conocer un método de fabricación de leche en estado sólido que tiene tanto una dureza adecuada como una solubilidad adecuada bajo diversos controles o regulaciones en un paso de fabricación de leche en estado sólido a partir de leche en polvo. Sin embargo, no es fácil controlar o regular varias cosas en el paso de fabricación de la leche en estado sólido. Por lo tanto, se considera que esto es así porque la necesidad de diversos controles o regulaciones en un paso de fabricación de leche en estado sólido a partir de leche en polvo disminuiría si se pudiera producir leche en polvo adecuada para la fabricación de leche en estado sólido (concretamente, un producto que tuviera buena maleabilidad por compactación, es decir, un producto para fabricar leche en estado sólido con adecuada dureza y porosidad). WO2007/077970 da a conocer un método para preparar leche en estado sólido que comprende un paso de compresión para comprimir la leche en polvo a fin de obtener una forma sólida de leche en polvo comprimida; un paso de humidificación para humidificar la leche en polvo comprimida obtenida mediante el paso de compresión; y un paso de secado para secar la leche en polvo comprimida humidificada mediante el paso de humidificación.

30 EP1769682 da a conocer un método para preparar leche en estado sólido que comprende un proceso de compactación para compactar la leche en polvo y obtener un cuerpo sólido compactado de leche en polvo; un proceso de humidificación para humedecer el cuerpo compactado de leche en polvo obtenido en dicho proceso de compactación; y un proceso de secado para secar el cuerpo compactado de leche en polvo humidificado en dicho proceso de humidificación.

35 Por cierto, cuando se fabrica leche en estado sólido empleando leche en polvo que es producida o preparada, la leche en estado sólido que tiene una forma específica es transportada dentro de la fábrica. Especialmente, en la leche en estado sólido antes del proceso final (específicamente, cuerpo moldeado por compactación de leche en polvo), la dureza no es suficiente para mantener la forma cuando es transportada por una banda transportadora. Como resultado de eso, la forma (tamaño o peso, etc.) de la leche en estado sólido que se obtiene finalmente puede no ser uniforme.

40 55 Divulgación de la invención

[Problemas a resolver mediante la invención]

60 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método de fabricación de leche en estado sólido que pueda mantener la forma durante el transporte de la leche en estado sólido (específicamente el cuerpo moldeado por compactación de leche en polvo) durante la producción en una fábrica y un método de fabricación de leche en estado sólido que tenga adecuadas dureza y solubilidad para el uso práctico.

Medios para resolver los problemas

La invención proporciona un método para fabricar leche en estado sólido, que comprende;  
 un proceso de dispersión de gas (S112) para dispersar un gas indicado en la leche líquida; un proceso de secado  
 por atomización (S114) para obtener leche en polvo mediante atomización de la leche líquida luego del proceso de  
 5 dispersión de gas (S112) y secado de la leche líquida atomizada; y  
 un proceso de moldeado por compactación (S130) para obtener un cuerpo solidificado moldeado por compactación  
 de la leche en polvo producido por compactación de la leche en polvo después del proceso de dispersión de gas  
 (S112) y el proceso de secado por atomización (S114), donde el gas indicado es uno o más gases elegidos del  
 grupo compuesto por dióxido de carbono, aire, nitrógeno, oxígeno y gases raros.

La presente invención, básicamente, dispersa el gas indicado en la leche líquida antes de secar por atomización la  
 leche líquida. La leche en polvo obtenida de esta manera es voluminosa (el volumen crece) en comparación con la  
 leche en polvo sin dispersión de gas. Y, la presente invención se basa en el conocimiento de que la leche en estado  
 sólido con cierto nivel de dureza se produce fácilmente simplemente moldeando por compactación esta leche en  
 15 polvo.

Como se demuestra mediante los ejemplos, en comparación con la leche en polvo sin dispersión de gas, aun  
 cuando la leche en polvo se produzca fácilmente de esta manera, se aumenta la dureza del cuerpo moldeado por  
 compactación de la leche en polvo, y se sigue manteniendo el mismo grado de porosidad. Específicamente, cuando  
 20 se usa la leche en polvo mencionada antes, se obtiene leche en estado sólido con alto grado de dureza aunque la  
 presión de compactación sea baja en el momento del moldeado por compactación. Esto brinda un grado de dureza  
 adecuado para el uso práctico en el que el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo no se  
 desmenuza (no pierde su forma) en el momento del moldeado por compactación (por ejemplo, 6 N a 22 N). Además,  
 se podría producir leche en estado sólido con una porosidad adecuada para el uso práctico (por ejemplo, 44 por  
 25 ciento a 55 por ciento) como producto final. Es decir, como se indicó antes, la leche en polvo que puede ser  
 solidificada a una baja presión de compactación es adecuada para producir leche en estado sólido con un grado de  
 dureza y una solubilidad adecuadas para el uso práctico. Adicionalmente, en el caso de transportar el cuerpo  
 moldeado por compactación de la leche en polvo desde un proceso de moldeado por compactación a un proceso de  
 humidificación, la leche en estado sólido como producto final también puede mantener una buena silueta puesto que  
 30 la dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo aumenta. En una realización, el volumen de  
 gas a dispersar es entre  $1 \times 10^{-2}$  veces y 7 veces el volumen de la leche líquida, y después se obtiene eficazmente la  
 leche en polvo con las características mencionadas antes.

Además, cuando se obtiene leche en polvo homogénea, se considera que se espera a que pierda las burbujas y  
 luego se seca por atomización después de dispersar el gas. Además, se supone que el gas se seca después de que  
 35 ingredientes como la lactosa cristalizan. Sin embargo, en una realización de la presente invención, el gas indicado  
 se dispersa en la leche líquida en un proceso de dispersión de gas (S112), y la leche líquida con pequeña densidad  
 de llenado se atomiza, después se obtiene eficazmente la leche en polvo con las características mencionadas antes.  
 En una realización, se obtiene leche en polvo con mayor diámetro de partícula que el diámetro de partícula indicado,  
 40 mediante clasificación de la leche en polvo, y el diámetro promedio de partícula de esta leche en polvo se torna  
 mayor, entonces la leche en polvo se vuelve adecuada para la fabricación de leche en estado sólido (especialmente,  
 buena solubilidad).

La presente invención se refiere básicamente a un método de fabricación de leche en estado sólido basado en el  
 45 conocimiento mencionado precedentemente. La presente invención de un método de fabricación de leche en estado  
 sólido incluye un proceso de dispersión de gas (mezcla del gas) (S112) y un proceso de secado por atomización  
 (S114). En este caso, el proceso de dispersión de gas (S112) sirve para dispersar el gas indicado en la leche líquida  
 que es la materia prima de la leche en polvo. El proceso de secado por atomización (S114) sirve para atomizar y  
 50 secar la leche líquida para obtener leche en polvo. El proceso de moldeado por compactación (S130) sirve para  
 compactar la leche en polvo que se produce luego del proceso de dispersión de gas (S112) y el proceso de secado  
 por atomización (S114), y para obtener un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo que se  
 transforma en sólida.

En la presente invención, en el proceso de secado por atomización (S114), la leche líquida en la cual se dispersa el  
 55 gas indicado (se mezcla), es decir leche líquida con baja densidad pero mayor volumen aparente, es  
 preferentemente atomizada y secada. De esta manera, aunque se mantiene la elevada porosidad, se obtiene un  
 cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo con mayor dureza luego del moldeado por compactación.  
 Por lo tanto, se logran tanto la solubilidad de la leche en estado sólido como la necesaria dureza para la fabricación  
 de un sólido.

En una realización, la presente invención de un método de fabricación deseable de leche en estado sólido incluye un  
 proceso de humidificación (S140) y un proceso de secado (S160). El proceso de humidificación (S140) sirve para  
 60 humidificar el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo obtenido en el proceso de moldeado por  
 compactación (S130). El proceso de secado (S160) sirve para secar el cuerpo moldeado por compactación de la

leche en polvo que es humidificado en el proceso de humidificación (S140). Mediante la inclusión de estos procesos, la dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche polvo se puede aumentar aún más. Además, un proceso de fabricación de leche en estado sólido se lleva a cabo generalmente en una fábrica como un conjunto de operaciones. En este caso, en el proceso de moldeado por compactación (S130), un cuerpo solidificado moldeado por compactación de la leche en polvo es transportado en algún nivel a una habitación de humidificación (donde se lleva a cabo el proceso de humidificación), y después es transportado a una habitación de secado (donde se lleva a cabo el proceso de secado). Cuando el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo es transportado durante la producción a estas habitaciones separadas, se usa un aparato de transporte como una cinta transportadora. En un método de fabricación existente de leche en estado sólido, el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo pierde fácilmente su forma cuando es transportado durante la producción. Sin embargo, cuando se fabrica la leche en polvo, se lleva a cabo el proceso de dispersión de gas (S112) mencionado antes, entonces el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo puede mantener suficientemente su forma en el proceso de transporte dentro de la fábrica. En una realización, el gas indicado se dispersa en leche líquida concentrada (leche concentrada) en el proceso de dispersión de gas (S112). De esta manera, en el proceso de secado por atomización (S114), aumenta la viscosidad de la leche líquida, como resultado, se puede obtener fácilmente leche en polvo con un diámetro de partícula mayor que sea adecuada para fabricar leche en estado sólido. En otras palabras, la función o el efecto del proceso de dispersión de gas (S112) se torna destacable al aumentar la viscosidad de la leche líquida. En una realización, el gas indicado se presuriza y el gas indicado se dispersa en la leche líquida mezclando dicho gas en la leche líquida. De esta manera, el gas indicado puede ser ciertamente y fácilmente dispersado en la leche líquida.

El gas indicado para dispersar en la leche líquida es uno o dos o más gases elegidos de un grupo compuesto por dióxido de carbono (gas de dióxido de carbono), aire, nitrógeno, oxígeno y gases raros. Por lo tanto, en la presente invención varios gases pueden ser opciones. Por consiguiente, el proceso de dispersión de gas se puede llevar a cabo fácilmente utilizando un gas fácilmente disponible. Además, el dióxido de carbono no está limitado a un gas puede ser hielo seco o una mezcla de hielo seco y un gas. Por lo tanto, en un ambiente de un proceso de secado por atomización se pueden usar sólidos o líquidos que se evaporen fácilmente como el gas indicado.

En una realización el método incluye un proceso para verter leche líquida que tiene gas dispersante a un flujo volumétrico específico a lo largo de la vía de circulación, para atomizar la leche líquida que tiene el gas dispersante mencionado antes en el proceso de secado por atomización (S114). En este caso, el gas indicado se mezcla (mezcla en línea) en la leche líquida mientras se vierte la leche líquida a lo largo de la vía de circulación de modo que la relación entre el flujo volumétrico específico del gas indicado y el flujo volumétrico de la leche en estado sólido varíe entre  $1 \times 10^{-2}$  veces y 7 veces el volumen de la leche líquida. Esto puede controlar que el volumen de flujo del gas indicado se tome constante respecto al flujo volumétrico total, y mejore la homogeneidad de la fabricación real de leche en polvo. Además, es preferible mezclar continuamente un gas y leche líquida en un sistema sellado porque evita la contaminación por bacterias y mejora el aspecto de buena higiene de la leche en polvo.

En una realización, el método incluye un proceso de clasificación (S120) antes del proceso de moldeado por compactación (S130). Este proceso de clasificación (S120) es un proceso para clasificar la leche en polvo obtenida mediante el proceso de secado por atomización (S114). En este proceso, se puede obtener leche en polvo que tenga un mayor diámetro de partícula que el diámetro de partícula indicado. Por lo tanto, el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo se vuelve grande mediante extracción (selección) de la leche en polvo que tiene un tamaño de partícula grande. De esta manera, la porosidad del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo o leche en estado sólido se puede mejorar, como resultado, se puede producir un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo o leche en estado sólido con una dureza adecuada para el uso práctico en fabricación. En otras palabras, preferentemente un método de fabricación de leche en estado sólido incluye tanto el proceso de dispersión de gas (S112) como el proceso de clasificación (S120).

Además, en una realización, el método, por ejemplo, se produce un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo, con una dureza luego del moldeado por compactación que varía entre 6 N y 22 N y una porosidad que varía entre 44 por ciento y 55 por ciento. Este cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo tiene una dureza adecuada para mantener una buena silueta durante los procesos de fabricación, una solubilidad superior y utilidad práctica en fabricación.

Por cierto, en la presente memoria, el término porosidad significa la relación entre el volumen de los espacios de aire y el volumen aparente de la leche en polvo (un polvo) (por ejemplo, véase Miyajima Koichiro, Ed., Development of Drugs (Vol. 15), publicado por Hirogawa Shoten (1989), p. 240), más específicamente un valor calculado usando un valor de densidad de llenado de medición de la leche en estado sólido en los ejemplos descritos a continuación.

En la presente memoria el término leche en estado sólido significa leche (leche o leche modificada) modificada para estar en estado sólido (un bloque o un comprimido, etc.) a temperatura normal. Más específicamente leche en estado sólido significa leche obtenida mediante moldeado de la leche en polvo al tamaño (dimensiones) y la masa, indicados; cuando se disuelve en un solvente como agua, se obtiene lo mismo que al disolver leche en polvo.

[Efecto de la invención]

De conformidad con la presente invención, se puede producir fácilmente leche en polvo adecuada para fabricar leche en estado sólido simplemente dispersando un gas indicado en la leche líquida de un modo establecido. Además, la leche en polvo producida de esta manera tiene maleabilidad por compactación superior. Mediante moldeado por compactación de esta leche en polvo, se puede producir leche en estado sólido con la dureza adecuada para el uso práctico. Además, la dureza de la leche en estado sólido se puede mejorar llevando a cabo el proceso de humidificación y el proceso de secado.

Breve descripción de las figuras

[fig. 1] La figura 1 es un diagrama de flujo para describir una realización de la presente invención de un método para fabricar leche en estado sólido.

[fig.2] La figura 2 es un diagrama de flujo para explicar en detalle el proceso de fabricación de la leche en polvo descrito en S100 de la figura 1.

[fig.3] La figura 3 muestra una gráfica que indica la relación entre la relación de mezcla de CO<sub>2</sub> [por ciento] en la fabricación de leche en polvo y la masa de residuo no disuelto [g] en el segundo método de prueba referente a la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 y el ejemplo de comparación 1.

[fig.4] La figura 4 muestra una gráfica que indica la relación entre la dureza y la porosidad (44 por ciento a 56 por ciento) de un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido sin curar) fabricado mediante cambio de la presión de compactación en el moldeado por compactación referente a la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 y el ejemplo de comparación 1.

[fig.5] La figura 5 muestra una gráfica que indica la relación entre la relación de mezcla de CO<sub>2</sub> [por ciento] en la fabricación de leche en polvo y la masa de residuo no disuelto [g] en el segundo método de prueba referente a la leche en estado sólido de los ejemplos 4 a 6 y el ejemplo de comparación 2.

[fig.6] La figura 6 es una gráfica para indicar la relación entre la porosidad (44 por ciento a 56 por ciento) y la dureza de un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido sin curar) fabricado mediante cambio de la presión de compactación en el moldeado por compactación referente a la leche en estado sólido de los ejemplos 4 a 6 y el ejemplo de comparación 2. (La línea punteada muestra la dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo moldeada por compactación utilizando el polvo clasificado, y la línea sólida muestra la dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo moldeada por compactación utilizando polvo sin clasificar).

[fig.7] La figura 7 muestra una gráfica que indica la relación entre la dureza y la porosidad (30 por ciento a 75 por ciento) de un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido sin curar) fabricado mediante cambio de la presión de compactación en el moldeado por compactación referente a la leche en estado sólido de los ejemplos 7, 8 y el ejemplo de comparación 3.

[fig.8] La figura 8 muestra una gráfica que indica la relación entre la dureza y la porosidad (30 por ciento a 75 por ciento) de un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido sin curar) fabricado mediante cambio de la presión de compactación en el moldeado por compactación referente a la leche en estado sólido de los ejemplos 9, 10 y el ejemplo de comparación 4.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

En adelante se describirá el mejor modo de la presente invención. No obstante, las realizaciones siguientes son solamente ejemplificaciones. Por consiguiente, estas realizaciones se pueden modificar según el conocimiento obvio de un experto en el área.

La figura 1 es un diagrama de flujo para describir un ejemplo de la presente invención de un método para fabricar leche en estado sólido. [S] en cada figura significa un proceso de fabricación (paso).

El método de fabricación de leche en estado sólido produce esquemáticamente leche en estado sólido a partir de leche en polvo en forma de un sólido que es producido a partir de leche o leche modificada en forma de un líquido que incluye agua (leche líquida). Como se ilustra en la figura 1, un ejemplo de un método para fabricar leche en estado sólido incluye un proceso de fabricación de leche en polvo (S100), un proceso de clasificación (S120), un proceso de moldeado por compactación (S130), un proceso de humidificación (S140) y un proceso de secado (S160). Por consiguiente, el método para fabricar leche en estado sólido incluye un método para fabricar leche en polvo.

En el proceso de fabricación de leche en polvo (S100) la leche en polvo se produce a partir de leche líquida. La leche líquida como ingrediente de la leche en polvo incluye al menos el constituyente leche (por ejemplo, el componente nutritivo de la leche) y, por ejemplo, el porcentaje de contenido de agua de la leche líquida es entre 40 por ciento en masa y 95 por ciento en masa. Por otra parte, en la leche en polvo producida a partir de leche líquida, por ejemplo, el porcentaje de contenido de agua de la leche en polvo es entre 1 por ciento en masa y 4 por ciento en

masa. Es decir, si la leche en polvo contiene mucha agua, la calidad de conservación empeora y es fácil que progrese el deterioro en el sabor y la decoloración externa. Los detalles de este proceso se describirán más adelante mediante la figura 2.

5 El proceso de clasificación (S120) es un proceso para extraer (seleccionar) leche en polvo que tenga el diámetro de partícula en el intervalo necesario para clasificar la leche en polvo obtenida mediante el proceso de fabricación de  
 10 leche en polvo (S100) en función del diámetro de cada partícula. Para clasificar la leche en polvo por el diámetro de partícula, por ejemplo, toda la leche en polvo se pasa o se tamiza través de varios tamices con diferente tamaño de malla (tamizado). Específicamente, tamizando toda la leche en polvo en un tamiz que tenga un tamaño de malla  
 15 grande, la leche en polvo con menor diámetro de partícula que el tamaño de la malla del tamiz pasa a través de éste y la leche en polvo que tiene un diámetro de partícula mayor que el tamaño de la malla del tamiz permanece en el mismo. De esta manera, la leche en polvo que tiene un diámetro de partícula demasiado grande (polvo amasado, grumos, etc.) que permanece en el tamiz puede ser separada de toda la leche en polvo. A continuación, la leche en  
 20 polvo que pasó a través del tamiz que tenía un tamaño de malla grande se tamiza en un tamiz con un tamaño de malla pequeño y se procede del mismo modo. De esta manera, se separa la leche en polvo que tiene un diámetro de partícula innecesariamente pequeño que pasó a través del tamiz. Por consiguiente, la leche en polvo que tiene un diámetro de partícula en el rango necesario permanece en el tamiz que tiene el tamaño de malla pequeño. Es decir, en el presente proceso la leche en polvo obtenida en el proceso de secado por atomización se selecciona por tamaño de partícula. Además, este proceso se puede omitir si no se pueden preparar los medios necesarios para la clasificación.

25 El proceso de moldeado por compactación (S130) es un proceso para obtener un cuerpo solidificado moldeado por compactación de la leche en polvo mediante moldeado por compactación (por ejemplo, compresión) de leche en polvo a una presión de compactación relativamente baja. Esto lleva a mantener un cierto grado de buena silueta del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo para que avance hacia el proceso siguiente, y a evitar que muchos espacios de aire se aproximen al agua (solvente). Es decir, si no se mantiene un cierto grado de buena silueta del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo, existe la posibilidad de que la forma moldeada por compactación no se pueda mantener en el proceso siguiente. Además, esta porosidad del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo está definida por muchos espacios de aire y se relaciona estrechamente con la  
 30 porosidad de la leche en estado sólido.

Como ingrediente del proceso de moldeado por compactación, por ejemplo, sólo se puede usar leche en polvo fabricada mediante el proceso (S100). Es decir, se puede usar leche en polvo sin añadido sustancial de aditivos. Aditivo significa un adhesivo, un desintegrante, un lubricante, un agente de expansión, etc.; el componente nutritivo  
 35 no forma parte de los aditivos. Sin embargo, se puede usar un aditivo como ingrediente de la leche en polvo si la cantidad de aditivo es por ejemplo 0.5 por ciento en masa dado que la cantidad de aditivo no influye en el componente nutritivo de la leche en estado sólido. En este caso, puede ser deseable utilizar leche en polvo que tenga por ejemplo entre 0.5 por ciento en masa y 4% en masa de grasa libre. Esto lleva a que la grasa libre en la leche en polvo se pueda comportar como un lubricante o un adhesivo.

40 Para reducir la presión de compactación en el momento del moldeado por compactación es mejor la leche en polvo que tiene un alto contenido de grasa. Por consiguiente, preferentemente el porcentaje de contenido de grasa en la leche en polvo que se va a someter a moldeado por compactación es por ejemplo entre 5 por ciento en masa y 70 por ciento en masa.

45 En el proceso de moldeado por compactación, a fin de obtener un cuerpo solidificado moldeado por compactación de la leche en polvo a partir de leche en polvo, se utilizan medios para compactar. Una máquina de moldeado por presión como una máquina de fabricación de comprimidos o una máquina de prueba de compresión es un ejemplo de los medios de compactación. La compresora comprende una matriz como molde para la leche en polvo (polvo) y un punzón para golpear a la matriz. Posteriormente, la leche en polvo se introduce en la matriz (molde) y es golpeada por el punzón, y entonces se puede obtener un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo mediante la presión de compactación añadida. Además, en el proceso de moldeado por compactación es deseable compactar la leche en polvo de manera continua.

55 En el proceso de moldeado por compactación la temperatura ambiente no se regula específicamente. Por ejemplo, este proceso se puede llevar a cabo a la temperatura del ambiente. Más específicamente, la temperatura ambiente en el proceso de moldeado por compactación puede ser entre 10 grados C y 30 grados C. En este caso, la humedad ambiental puede ser, por ejemplo, entre 30 por ciento de HR y 50 por ciento de HR. La fuerza de compactación es por ejemplo de 1 MPa a 30 MPa (preferentemente de 1 MPa a 20 MPa). En esta realización especialmente cuando  
 60 se solidifica la leche en polvo, preferentemente, la porosidad se controla para que varíe entre 30 por ciento y 60 por ciento, y la dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo se controla dentro del intervalo entre 6 N y 22 N ajustando la presión de compactación entre 1 Mpa y 30 Mpa. Esto conduce a producir una leche en estado sólido de gran utilidad que tiene tanto solubilidad como conveniencia (fácil de manipular). Además, como dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo, la dureza debe ser por lo menos de un cierto

grado para mantener una buena silueta (no perder la forma) en el proceso de humidificación y de secado posterior (por ejemplo 4 N).

5 El proceso de humidificación (S140) es un proceso para humidificar el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo obtenido mediante el proceso de moldeado por compactación (S130). Cuando el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo se humidifica, se genera adherencia sobre una superficie del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo. Humedecer el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo disuelve parcialmente y forma puentes entre las partículas ubicadas cerca de la superficie del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo. Y, al secarlo, la fuerza próxima a la superficie del cuerpo  
10 moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido) aumenta en comparación con la fuerza del interior del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo. En la presente realización se regula la cantidad de puentes (el grado de ensanchamiento) ajustando el tiempo de exposición en un ambiente con elevada humedad (tiempo de humidificación). Por lo tanto, se puede aumentar la dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido sin curar) antes del proceso de humidificación (por ejemplo, 6 N a 22 N) a la dureza necesaria propuesta para la leche en estado sólido (por ejemplo, 40 N). Sin embargo, la variación (amplitud) del posible aumento de la dureza mediante el ajuste del tiempo de humidificación está limitada. Es decir, cuando el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo es transportado por una cinta transportadora para la humidificación luego del moldeado por compactación, la forma de la leche en estado sólido no se puede mantener en el caso de una dureza insuficiente de dicho cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo. Por otra parte, se obtiene leche en estado sólido con poca porosidad y baja solubilidad si la dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo es demasiada en el momento del moldeado por compactación. Por lo tanto, es preferible que el moldeado por compactación le confiera la suficiente dureza al cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido sin curar) antes del proceso de humidificación y mantener la suficiente solubilidad de la leche en estado sólido.

25 En el proceso de humidificación, el método de humidificación del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo no se regula específicamente. Por ejemplo, se puede emplear un método de colocación en un ambiente de alta humedad, un método de atomización directa de agua con un atomizador y un método de soplado de vapor. Los ejemplos de medios de humidificación para humidificar el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo incluyen una cámara de alta humedad, un atomizador y vapor.

30 La humedad del ambiente de alta humedad es, por ejemplo, 60 por ciento de HR a 100 por ciento de HR. La temperatura en el método de colocación en un ambiente de alta humedad es, por ejemplo, de 30 grados C a 100 grados C. El tiempo de humidificación es, por ejemplo, de 5 segundos a 1 hora.

35 La cantidad de humedad (también denominada más adelante cantidad de humidificación) añadida al cuerpo compactado de la leche en polvo en el proceso de humidificación se puede ajustar apropiadamente. Preferentemente la cantidad de humidificación se fija entre 0.5 por ciento en masa y 3 por ciento en masa del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo luego del proceso de moldeado por compactación. Si la cantidad de humidificación se fija en menos de 0.5 por ciento en masa, la dureza (dureza del comprimido) de la leche en estado sólido no es suficiente. Por otra parte, si la cantidad de humidificación se fija en más de 3 por ciento en masa, el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo se funde excesivamente al estado líquido o al estado gelificado, además cambia la forma moldeada por compactación o se adhiere a una máquina como una cinta transportadora durante el transporte.

45 El proceso de secado (S160) es un proceso para secar el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo humidificado en el proceso de humidificación (S140). Debido a que el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo que fue humidificado en el proceso de humidificación se seca en el proceso de secado, se elimina la adherencia superficial y la leche en estado sólido se puede manipular como un producto. Por lo tanto, el proceso de humidificación y el proceso de secado corresponden a un proceso de ajuste a la calidad necesaria de la leche en estado sólido como producto, mediante mejora de la dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo después del moldeado por compactación (leche en estado sólido).

50 Se pueden emplear métodos bien conocidos, capaces de secar el cuerpo moldeado compactado de la leche en polvo que fue humidificado en el proceso de humidificación, como métodos de secado del proceso de secado que no está específicamente limitado. Los ejemplos de métodos adecuados incluyen un método que consiste en colocar en una atmósfera de baja humedad y alta temperatura, y un método que consiste en poner en contacto con aire seco o aire seco a alta temperatura.

60 La humedad en el método que implica colocar en una atmósfera de baja humedad y alta temperatura es por ejemplo de 0 por ciento de HR a 30 por ciento de HR. Se prefiere por lo tanto que la humedad se fije tan baja como sea posible. La temperatura en el método que implica colocar en una atmósfera de baja humedad y alta temperatura es por ejemplo de 20 grados C a 150 grados C. El tiempo de secado en el método que implica colocar en una atmósfera de baja humedad y alta temperatura es por ejemplo de 0.2 min a 2 h.

Por cierto, si se aumenta el contenido de humedad de la leche en estado sólido, la calidad de conservación empeora y es fácil que progrese el deterioro en el sabor y la decoloración externa. Por esta razón, en el proceso de secado, el porcentaje de contenido de humedad de la leche en estado sólido se controla (ajusta) preferentemente para que no sea más de 1 por ciento superior o inferior al porcentaje de contenido de humedad de la leche en polvo utilizada como ingrediente mediante el control de las condiciones de temperatura o de tiempo de secado.

La leche en estado sólido fabricada según el método de la presente invención se disuelve generalmente en agua caliente y se bebe. Más específicamente, se vierte agua caliente en un recipiente provisto con una tapa y después se colocan allí el número necesario de piezas de leche en estado sólido, o el agua se vierte después de haber colocado las piezas de leche en estado sólido. Y, se prefiere que la leche en estado sólido se disuelva rápidamente agitando ligeramente el recipiente y bebiéndola a una temperatura adecuada. Además, cuando una o más piezas de leche en estado sólido (más preferentemente, una pieza de leche en estado sólido) se disuelven en agua caliente, se puede ajustar el volumen de leche en estado sólido para que sea la cantidad necesaria de leche líquida correspondiente a una bebida. Por ejemplo, el volumen de leche en estado sólido es de 1 cm<sup>3</sup> a 50 cm<sup>3</sup>. Además, el volumen de leche en estado sólido se puede ajustar cambiando la cantidad de leche en polvo que se utiliza en el proceso de moldeado por compactación.

Los detalles de la leche en estado sólido se describen a continuación. Los componentes de la leche en estado sólido son básicamente idénticos a los de la leche en polvo que sirve como ingrediente. Los ejemplos de componentes de la leche en estado sólido incluyen grasas, proteínas, glúcidos, minerales, vitaminas y agua. Existen muchos espacios de aire (por ejemplo poros) en la leche en estado sólido. Estos múltiples poros están preferentemente dispersos (distribuidos) de manera uniforme en la leche en estado sólido. Debido a que los poros están mayormente distribuidos de manera uniforme en la leche en estado sólido, la leche en estado sólido se disuelve uniformemente y se puede obtener una mayor solubilidad. En este caso, cuanto más grandes (anchos) sean los poros, más fácilmente penetra el agua como solvente en ellos, y se puede obtener una alta solubilidad. Por otra parte, si el tamaño del poro es demasiado grande, la resistencia disminuye o la superficie de la leche en estado sólido se torna áspera. Concordantemente, el tamaño del poro es por ejemplo de 10 micrómetros a 500 micrómetros. Adicionalmente, dicho tamaño de poro o la dispersión de muchos espacios de aire se puede medir por medios bien conocidos, por ejemplo, mediante la observación de la superficie y la sección transversal de la leche en estado sólido con un microscopio electrónico de barrido. Estas mediciones permiten definir la porosidad de la leche en estado sólido.

La leche en estado sólido fabricada según el método de la presente invención es leche en estado sólido con una porosidad por ejemplo de 30 por ciento a 60 por ciento. Cuanto mayor es la porosidad, mayor es la solubilidad, pero mayor es la disminución de la dureza (resistencia). Además, si la porosidad es pequeña, la solubilidad disminuye. La porosidad se controla principalmente ajustando la fuerza de compactación en el proceso de moldeado por compactación. Específicamente, cuanto menor es la presión de compactación mayor es la porosidad, mientras que cuanto mayor es la presión menor es la porosidad. Por lo tanto la porosidad de la leche en estado sólido se puede controlar, por consiguiente no está limitada a un rango de porcentajes de 30 a 60 por ciento, y después la porosidad se ajusta apropiadamente según se use. Como se describe a continuación, si la porosidad se regula dentro de esos rangos, se puede obtener una buena leche en estado sólido que no presente problemas de exudación de la materia grasa, o similares. La forma de la leche en estado sólido es definida por la forma de la matriz (molde) para el moldeado por compactación, pero no está específicamente limitada si tiene un cierto tamaño (dimensiones). Por lo tanto, la leche en estado sólido puede tener forma de varillas redondas, varillas elípticas, paralelepípedos rectangulares, cubos, placas, bolas, varillas poligonales, conos poligonales, pirámides poligonales y poliedros. Desde el punto de vista de la conveniencia del moldeado y el transporte, se prefiere la forma de varillas redondas, varillas elípticas o paralelepípedos rectangulares. Además, para evitar que la leche en estado sólido se fracture durante el transporte, es preferible que las porciones de las esquinas sean redondeadas.

La leche en estado sólido tiene que tener una cierta solubilidad en un solvente como el agua. La solubilidad se puede evaluar mediante el tiempo de disolución total de la leche en estado sólido o la cantidad restante (residuo de la disolución de la masa como se describe a continuación en los ejemplos) en el tiempo indicado, por ejemplo cuando la leche en estado sólido como soluto y agua como solvente se preparan a un determinado nivel de concentración.

La leche en estado sólido también tiene que tener una cierta dureza (resistencia) para evitar que se fracture durante el transporte. La leche en estado sólido tiene preferentemente una dureza de 31 N o superior, más preferentemente de 40 N o superior en este caso. Por otra parte, desde el punto de vista de la solubilidad, la dureza máxima de la leche en estado sólido es por ejemplo de 300 N, preferentemente de 60 N. La dureza de la leche en estado sólido se puede medir además por métodos bien conocidos.

Ahora se describe en detalle el proceso de fabricación de la leche en polvo. La figura 2 es un diagrama de flujo para explicar en detalle el proceso de fabricación de la leche en polvo descrito en S100 de Fig. 1. En esta realización se explica un caso de fabricación de leche en polvo modificada como leche en polvo. La leche modificada es



simplemente un ejemplo de la leche en polvo que se va a producir, si la leche en polvo es adecuada para la fabricación de leche en estado sólido, puede ser toda leche en polvo, leche en polvo descremada o crema en polvo. Esta leche en polvo se puede producir mediante el mismo proceso descrito en la figura 2.

5 En general, modificando, concentrando, y secando por atomización la leche líquida que incluye agua (ingrediente leche), se produce leche en polvo para el proceso de moldeado por compactación (S130) mencionado antes. El ejemplo del proceso de fabricación de leche en polvo incluye un proceso de ajuste del ingrediente leche (S102), un proceso de depuración (S104), un proceso de esterilización (S106), un proceso de homogeneización (S108), un proceso de concentración (S110), un proceso de dispersión de gas (S112) y un proceso de secado por atomización (S114) como se ilustra en la figura 2.

15 El proceso de ajuste del ingrediente leche (S102) es un proceso para ajustar los tipos de leche en un estado líquido (leche líquida) como ingrediente de la leche en polvo. Por consiguiente, la leche líquida como ingrediente de la leche en polvo incluye al menos el constituyente de leche (por ejemplo, el componente leche) y, por ejemplo, el porcentaje de contenido de agua en la leche líquida es entre 40 por ciento en masa y 95 por ciento en masa. Al fabricar la leche en polvo ajustada como leche en polvo, el componente nutritivo que se describe a continuación como ingrediente de la leche en polvo se agrega a la leche líquida mencionada antes. Los ingredientes de la leche en polvo pueden comprender además sólo el constituyente leche, como leche cruda (leche entera), leche descremada y crema. En este caso, el proceso de ajuste del ingrediente leche se puede omitir cuando surja la necesidad.

20 La leche se utiliza como ingrediente para dicha leche en polvo. Se puede usar leche fresca como la leche. Más específicamente, se puede utilizar leche de vaca (vacas Holstein, vacas Jersey y similares), cabra, oveja y búfalo. Su leche contiene grasa. Después, el porcentaje de contenido de grasa en la leche se puede ajustar eliminando parte de la grasa mediante separación por centrifugación o similares. De este modo se puede ajustar el porcentaje de contenido de grasa del ingrediente leche (leche líquida).

30 Los componentes nutricionales de los ingredientes de dicha leche en polvo son grasas, proteínas, carbohidratos, minerales, vitaminas, etc. Se usan más de un componente nutricional, preferentemente más de dos, más preferentemente todo los componentes. Para esto, se puede producir leche en polvo o leche en estado sólido adecuada para el apoyo o la mejora nutricional. La proteína como ingrediente de la leche en polvo consiste en péptidos o aminoácidos de diversas longitudes de cadena obtenidos por descomposición de las proteínas de la leche, fracciones de las proteínas de la leche, proteínas animales o proteínas vegetales con enzimas. Se usan más de una de esas proteínas. Las proteínas de la leche son por ejemplo caseína, proteínas del suero (alfa-lactoalbúmina, beta-lactoalbúmina y similares), concentrado de proteínas del suero (CPS) y aislado de proteínas del suero (APS). Las proteínas animales son por ejemplo proteína de huevo. Las proteínas vegetales son por ejemplo proteína de soja y proteína de trigo. Los aminoácidos son por ejemplo taurina, cistina, cisteína, arginina y glutamina.

40 Las grasas y aceites animales, los aceites vegetales, los aceites fraccionados, los aceites hidrogenados y sus aceites transesterificados se pueden utilizar individualmente o en mezclas, como aceites y grasas que sirven como ingredientes para la leche en polvo. Aceites animales y grasas son por ejemplo grasa de la leche, grasa de cerdo, grasa de bovino y aceite de pescado. Los aceites vegetales son, por ejemplo, aceite de soja, aceite de colza, aceite de maíz, aceite de coco, aceite de palma, aceite de semilla de palma, aceite de azafrán, aceite de semilla de algodón, aceite de linaza y triglicéridos de cadena media. Se pueden usar oligosacáridos, azúcares monoméricos, polisacáridos y edulcorantes artificiales individualmente o en mezclas, como los carbohidratos que sirven de ingredientes para la leche en polvo. Los oligosacáridos son por ejemplo azúcar de la leche, azúcar de caña, azúcar de malta, galacto-oligosacáridos, fructo-oligosacáridos y lactulosa. Los azúcares monoméricos son por ejemplo azúcar de uva, fructosa y galactosa. Los polisacáridos son por ejemplo almidón, polisacáridos solubles y dextrina.

50 Se pueden usar sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, fósforo, cloro individualmente o en mezclas como los minerales que sirven de ingredientes para la leche en polvo. El proceso de depuración (S104) sirve para eliminar las partículas finas extrañas contenidas en la leche líquida. Eliminar las materias de la leche de vaca, significa que se puede usar un separador centrífugo o un filtro.

55 El proceso de esterilización (S106) sirve para matar los microorganismos tales como bacterias que se encuentran en el agua de la leche líquida o el constituyente leche. Se fijan adecuadamente las condiciones de esterilización (temperatura de esterilización o tiempo de retención) correspondientes a los microorganismos porque los tipos de microorganismos que se supone que realmente están presentes dependen del tipo de leche líquida.

60 El proceso de homogeneización (S108) es cualquier proceso de homogeneización de leche líquida. Específicamente, el diámetro de partícula de los componentes sólidos como los glóbulos de grasa contenidos en la leche líquida se modifica a más pequeño, y luego los componentes sólidos se dispersan uniformemente en la leche de vaca. Para reducir el diámetro de partícula de los componentes sólidos, estos se pasan a través de un orificio estrecho por ejemplo aplicando alta presión.

5 El proceso de concentración (S110) es cualquier proceso para concentrar la leche líquida previo al proceso de secado por atomización que se describe a continuación. Por ejemplo, se puede usar un evaporador de vacío o un evaporador para concentrar la leche líquida. Las condiciones de concentración se fijan adecuadamente dentro del intervalo en el que los componentes de la leche líquida no sufren una gran metamorfosis. Esto lleva a obtener leche concentrada a partir de leche líquida. Es decir, en la presente invención, preferentemente se dispersa un gas y se seca por atomización dentro de leche líquida concentrada (leche concentrada). En este caso, el porcentaje de contenido de agua de la leche concentrada es por ejemplo entre 35 por ciento en masa y 60 por ciento en masa, preferentemente entre 40 por ciento en masa y 60 por ciento en masa, más preferentemente entre 40 por ciento en masa y 55 por ciento en masa. Cuando se dispersa un gas en esta leche concentrada, la densidad de la leche líquida (leche concentrada) disminuye y la leche se torna voluminosa. Al secar por atomización esta leche concentrada voluminosa, se puede obtener leche en polvo con características adecuadas para producir leche en estado sólido. Además, si la humedad de la leche líquida es baja, o la cantidad de disposición de la leche líquida para el proceso de secado por aspersión es pequeña, este proceso se puede omitir.

15 El proceso de dispersión de gas (S112) es un proceso para dispersar un gas indicado en la leche líquida (leche concentrada). En este caso el volumen de gas dispersado es por ejemplo de  $1 \times 10^{-2}$  veces a 7 veces el volumen de leche líquida. Preferentemente es de  $1 \times 10^{-2}$  veces a 5 veces, más preferentemente, de  $1 \times 10^{-2}$  veces a 4 veces, y muy preferentemente, es de  $5 \times 10^{-2}$  veces a 3 veces.

20 El gas indicado se presuriza preferentemente para dispersar el gas indicado en la leche líquida. La presión para presurizar el gas no está especialmente regulada si es dentro de un intervalo que permita que el gas se disperse eficazmente en la leche líquida. Sin embargo, por ejemplo es de 1.5 atm a 10 atm, preferentemente de 2 atm a 5 atm o menos. Dado que la leche líquida se atomiza en el proceso de secado por atomización (S114) siguiente, la leche líquida se hace fluir a lo largo de una vía de circulación indicada. En este proceso de dispersión de gas, dicho gas se dispersa (se mezcla) en la leche líquida haciendo correr el gas presurizado indicado por la vía de circulación. Por lo tanto, el gas indicado se puede dispersar fácilmente y de forma segura en la leche líquida. Así, al llevar a cabo el proceso de dispersión de gas, se disminuye la densidad de la leche líquida (leche concentrada), y se aumenta el volumen aparente (voluminosidad). La densidad de llenado de la leche líquida se puede calcular dividiendo el peso de la leche líquida entre el volumen total de leche líquida en el estado líquido y de burbuja. También se puede medir con un aparato para medir la densidad de llenado por medición de la densidad aparente basada en JIS (pigmento: que cumple JIS K5101) o similar.

35 Consecuentemente, la leche líquida en la que se dispersa el gas indicado se hace fluir por la vía de circulación mencionada antes. En esta vía de circulación, el flujo volumétrico de la leche líquida se controla preferentemente para que sea constante.

40 En la presente realización, se puede usar dióxido de carbono (gas de dióxido de carbono) como el gas indicado. En la vía de circulación, la relación entre el flujo volumétrico del dióxido de carbono y el flujo volumétrico de la leche líquida (en adelante, referido a su porcentaje como relación de mezcla de  $\text{CO}_2$  [por ciento]) es por ejemplo de 1 por ciento a 700 por ciento, preferentemente de 2 por ciento a 300 por ciento, más preferentemente de 3 por ciento a 100 por ciento y muy preferentemente de 5 por ciento a 45 por ciento. Por lo tanto, cuando el flujo volumétrico del dióxido de carbono se controla para que sea constante con relación al flujo volumétrico de la leche líquida, la homogeneidad de la leche en polvo a partir de este método de fabricación se puede mejorar. Sin embargo, cuando la relación de mezcla de  $\text{CO}_2$  es demasiado alta, la eficacia de la fabricación de la leche en polvo empeora porque el porcentaje de leche en polvo fluyendo por la vía de circulación es bajo. Por consiguiente, el porcentaje máximo de mezcla de  $\text{CO}_2$  es preferentemente de 700 por ciento. Además, la presión para presurizar el dióxido de carbono no se regula especialmente cuando la presión está dentro del intervalo que permite que el dióxido de carbono se disperse eficazmente en la leche líquida. No obstante, por ejemplo la presión atmosférica es entre 1.5 atm o más y 10 atm o menos, preferentemente entre 2 atm o más y 5 atm o menos. Es preferible mezclar continuamente (mezcla en línea) un gas y leche líquida en un sistema sellado porque evita de manera segura la contaminación por bacterias y mejora el aspecto de buena higiene de la leche en polvo (o mantiene la buena depuración de la leche).

55 En esta realización, el gas indicado utilizado en el proceso de dispersión de gas (S112) fue dióxido de carbono. En otra realización de la presente invención, se puede usar en vez de gas de dióxido de carbono o con gas de dióxido de carbono, uno o más de dos gases elegidos del grupo compuesto por aire, nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y oxígeno ( $\text{O}_2$ ), y se pueden usar gases raros (por ejemplo argón (Ar) o helio (He)). Además se puede usar gas de nitrógeno en vez de gas de dióxido de carbono. Por consiguiente, dado que varios gases pueden ser opciones, el proceso de dispersión de gas se puede llevar a cabo fácilmente utilizando un gas fácilmente disponible. En el proceso de dispersión de gas (S112), si se utiliza un gas inerte como nitrógeno o un gas raro, no hay ninguna posibilidad de que reaccione con el componente nutritivo de la leche líquida. Por lo tanto, es preferible utilizarlo en vez de aire u oxígeno porque hay menor probabilidad de que deteriore la leche líquida. En este caso, la relación entre el flujo volumétrico de dicho gas y el flujo volumétrico de la leche líquida es por ejemplo entre 1 por ciento y 700 por ciento, preferentemente entre 1 por ciento y 500 por ciento, más preferentemente entre 1 por ciento y 400 por ciento, y muy preferentemente entre 1 por ciento y 300 por ciento. Por ejemplo, según Bell et al (R. W. Bell, F. P. Hanrahan, B. H. Webb: Foam Spray

Methods Of Readily Dispersible Nonfat Dry Milk, J. Dairy Sci, 46 (12) 1963. pp. 1352-1356), se dispersó aire, que tenía unas 18.7 veces el volumen de leche descremada, en leche descremada para obtener leche en polvo descremada. En la presente invención, el gas se dispersa preferentemente en el intervalo mencionado antes para que la leche en polvo tenga las características adecuadas para producir leche en estado sólido. Sin embargo, para disminuir la densidad de la leche líquida ciertamente como resultado de haber dispersado un gas en la leche líquida en el proceso de dispersión de gas (S112), se usa preferentemente un gas que se disperse fácilmente o que se disuelva fácilmente en la leche líquida. Por consiguiente, se usa preferentemente un gas que tenga alta solubilidad en agua, específicamente, la solubilidad de un gas es preferentemente de 0.1 cm<sup>3</sup> o más por 1 cm<sup>3</sup> de agua a 20 grados C. El dióxido de carbono no está limitado a un gas puede ser hielo seco o una mezcla de hielo seco y un gas. Es decir, en el proceso de dispersión de gas, si un gas indicado puede ser dispersado en la leche líquida, se puede usar sólido. En el proceso de dispersión de gas, el dióxido de carbono se puede dispersar rápidamente en la leche líquida en estado de enfriamiento empleando hielo seco, como resultado, se puede obtener leche en polvo con las características adecuadas para la producción de leche en estado sólido.

El proceso de secado por atomización (S114) sirve para obtener leche en polvo (un polvo) por evaporación de la humedad de la leche líquida. La leche en polvo obtenida en el proceso de secado por atomización (S114) es la leche en polvo obtenida mediante el proceso de dispersión de gas (S112) y el proceso de secado por atomización (S114). Esta leche en polvo es voluminosa en comparación con la leche en polvo obtenida sin el proceso de dispersión de gas (S112). El volumen de la primera es preferentemente entre 1.01 veces y 10 veces el volumen de la última, o puede ser entre 1.02 veces y 10 veces, o puede ser entre 1.03 veces y 9 veces.

En el proceso de secado por atomización (S114), la leche líquida que tiene el gas indicado dispersado y que mantiene una densidad baja del proceso de dispersión de gas (S112) se seca por atomización. Específicamente, el volumen de leche líquida después de dispersar un gas es preferentemente entre 1.05 veces y 3 veces, más preferentemente entre 1.1 veces y 2 veces el volumen de la leche líquida antes de dispersar un gas. El proceso de secado por atomización (S114) se puede llevar a cabo enseguida después de terminar el proceso de dispersión de gas (S112). Sin embargo, enseguida después de terminar el proceso de dispersión de gas (S112), la leche líquida no es homogénea. Por consiguiente, el proceso de secado por atomización (S114) se realiza preferentemente después de 0.1 segundos a 5 segundos, más preferentemente después de 0.5 segundos a 3 segundos de terminar el proceso de dispersión de gas (S112). Es decir, el proceso de dispersión de gas (S112) y el proceso de secado por atomización (S114) pueden ser continuos. Por lo tanto, en una realización se vierte leche líquida en una máquina que dispersa gas de manera continua y se dispersa un gas, después la leche líquida con el gas dispersado se introduce en una máquina de secado por atomización y se seca por atomización de manera continua. Para evaporar la humedad, se puede usar una secadora por atomización. La secadora por atomización consiste en una vía de circulación para que fluya leche líquida, una bomba de presión para presurizar la leche líquida para que fluya leche líquida a lo largo de la vía de circulación, una cámara de secado para tener un espacio más amplio que la vía de circulación que conecta con una sección de apertura de la vía de circulación y una máquina de atomización (una boquilla, un atomizador, etc.) ubicada en la sección de apertura de la vía de circulación. Y la secadora por atomización transfiere la leche líquida mediante la bomba de presión al flujo volumétrico mencionado antes a lo largo de la vía de circulación hacia la cámara de secado. La leche concentrada es difundida por la máquina atomizadora cerca de la sección de apertura de la vía de circulación y la leche líquida en estado de gotas líquidas (atomización) se seca dentro de la cámara de secado a alta temperatura (por ejemplo, viento caliente). Es decir, la humedad se elimina secando la leche líquida en la cámara de secado, como resultado, la leche concentrada se convierte en sólida en estado de polvo, es decir, leche en polvo. Además, la cantidad de humedad en la leche en polvo se ajusta estableciendo adecuadamente las condiciones de secado en la cámara de secado, de modo que sea menos probable que la leche en polvo se aglutine. Empleando la máquina atomizadora, el área superficial por unidad de volumen de la gota líquida aumenta, por lo que se mejora la eficacia del secado y al mismo tiempo se ajusta el diámetro de partícula de la leche en polvo.

Mediante la realización de los procesos mencionados antes, se puede fabricar leche en polvo adecuada para la fabricación de leche en estado sólido. Específicamente, en la presente realización, la maleabilidad por compactación de la leche en polvo aumenta porque el proceso de fabricación de polvo incluye el proceso de dispersión de aire. En el proceso de moldeado por compactación mencionado antes (S130), la presión de compactación se ajusta utilizando esta mejor maleabilidad por compactación, y después se controla la porosidad de la leche en estado sólido fabricada a partir de este proceso y se ajusta la dureza. En otras palabras, si se fabrica leche en estado sólido usando leche en polvo con alta maleabilidad por compactación, se puede obtener en los procesos de fabricación leche en estado sólido con buena dureza para el uso práctico aunque la leche en estado sólido tenga alta porosidad. La leche en estado sólido con alta porosidad tiene buena solubilidad porque el solvente se introduce fácilmente. Se controla la presión de compactación en el moldeado por compactación para un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido sin curar) que tenga suficiente dureza (por ejemplo, 6 N a 22 N) para uso práctico. En consecuencia se puede obtener dureza para uso práctico en procesos de fabricación así como mantener una buena silueta a partir del proceso de moldeado por compactación a través del proceso de humidificación. El cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo también se puede obtener prácticamente con la suficiente dureza para la manipulación y el transporte mediante el proceso de humidificación y secado.

Además, según la realización mencionada antes (Fig. 1), el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo puede ser mayor por el método de fabricación de leche en estado sólido que incluye el proceso de clasificación (S120). Debido a esto, se puede producir ciertamente leche en polvo adecuada para fabricar leche en estado sólido. Por consiguiente, en la presente realización, el proceso de fabricación de la leche en polvo incluye preferentemente el proceso de clasificación.

Además, se puede realizar un proceso de llenado después del proceso de secado por atomización (S114) o el proceso de clasificación mencionados antes (S120) según sea necesario. En este proceso de llenado, la leche en polvo se acondiciona en un paquete o una lata. Esto ayuda a transportar fácilmente la leche en polvo. La leche en estado sólido dada a conocer en este documento incluye no sólo la leche en estado sólido después del proceso de secado (S160), sino también leche en estado sólido sin curar (cuerpo moldeado por compactación de leche en polvo) después del moldeado por compactación (S130).

## 15 Ejemplos

La presente invención se describe específicamente mediante los ejemplos siguientes. No obstante, la presente invención no está regulada por los ejemplos.

Los inventores investigaron acerca de un método de fabricación de leche en estado sólido con gran ahínco para fabricar leche en estado sólido que tuviera una dureza adecuada para el uso práctico mediante la fabricación de leche en polvo con mejor maleabilidad por compactación. Específicamente, el gas indicado es dióxido de carbono, y los inventores compararon las características de un método para fabricar leche en estado sólido que incluye el proceso de dispersión de gas (S112) (ejemplos 1 a 3) con un método para fabricar leche en estado sólido que no incluye ese proceso (ejemplo de comparación 1). Además, también se investigó en el proceso de dispersión de gas, un efecto de las diferencias (cambios) en la densidad de la leche líquida (densidad aparente de la leche en polvo) cambiando el porcentaje de gas dispersado con relación a la leche líquida (ejemplos 1 a 3).

### Ejemplo 1

Se fabricó leche en polvo según el proceso de fabricación de leche en polvo indicado en la figura 2. Específicamente, se obtuvo leche líquida como un ingrediente de la leche en polvo agregando componentes de la leche, proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas al agua y mezclando, y después agregando grasas y mezclando (S102). Después, llevando a cabo cada proceso como la depuración, la esterilización, la homogeneización, y la concentración (S104-S110), se obtuvo leche concentrada a partir de la leche líquida ajustada que tenía una concentración relativamente baja.

Entonces, justo antes de secar por atomización la leche concentrada, se hizo pasar a través de dicha leche concentrada el gas bajo presión indicado (S112). Específicamente, se usó dióxido de carbono como el gas indicado que se vertió en la vía de circulación de una secadora por atomización de modo que el gas pudiera tener un flujo volumétrico constante, y el gas se mezcló continuamente con la leche concentrada en un sistema sellado. Como resultado, el dióxido de carbono fue dispersado en la leche concentrada. Enseguida después de haber dispersado el dióxido de carbono, dicha leche concentrada se hizo fluir al flujo volumétrico indicado utilizando una bomba de presión de una secadora por atomización a lo largo de la vía de circulación hacia una cámara de secado de la secadora por atomización (se dejó atravesar el líquido). En este caso, durante el flujo en la vía de circulación, la leche concentrada mantuvo el estado de gas dispersado indicado. La relación entre el flujo volumétrico del gas indicado justo antes de ser dispersado en la leche concentrada ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ) y el flujo volumétrico de la leche concentrada en la que se dispersará el gas indicado enseguida después ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) se llama relación de mezcla. La relación de mezcla del dióxido de carbono se denomina en adelante relación de mezcla de  $\text{CO}_2$  [por ciento]. En este ejemplo fue de 15 por ciento.

Dicha leche concentrada que mantenía baja densidad se atomizó desde la sección de apertura de la vía de circulación a la cámara de secado. Como resultado, la leche concentrada se transformó en leche en polvo mediante secado en la cámara de secado (S114). La leche en polvo obtenida de esta manera fue más voluminosa que la leche en polvo de los ejemplos de comparación tratados más adelante. Los componentes de la leche en polvo obtenida, 100 g, consistieron en grasas 18 g, proteínas 15 g, carbohidratos 60 g y otros 7 g. Además, el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo fue de 295 micrómetros. El peso de cada compartimiento de los tamices (cada tamaño de malla del tamiz es de 710 micrómetros, 500 micrómetros, 355 micrómetros, 250 micrómetros, 180 micrómetros, 150 micrómetros, 106 micrómetros, 75 micrómetros) se midió mediante un método de clasificación, y después el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo [micrómetro] se calculó basándose en la proporción de cada peso del compartimiento de un tamiz en el peso total.

Sucesivamente, la leche en polvo obtenida se clasificó (S120) de modo de recoger la leche en polvo en un tamiz de tamaño de malla de 355 micrómetros. El tamaño promedio de partícula de la leche en polvo recogida fue de 584

micrómetros y su constante de rendimiento (relación entre el peso de cada compartimiento de los tamices y el peso total) fue de 28 por ciento.

5 La leche en estado sólido se fabricó a partir de la leche en polvo que permaneció en el tamiz de 355 micrómetros de tamaño de malla. Específicamente, en primer lugar, la leche en polvo se moldeó por compactación para hacer un paralelepípedo rectangular de 2.4 cm de ancho y 3.1 cm de profundidad como forma externa, mediante una compresora de un solo punzón (fabricada por Okada Seiko Co., N-30E) (S130). En este caso, se ajustó la cantidad de uso de la leche en polvo a 5.6 g de leche en estado sólido después del proceso de humidificación y del proceso de secado. La presión en el momento del moldeado por compactación fue de 1.8 MPa. De este modo, se obtuvo un  
10 cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo del ejemplo 1 (leche en estado sólido sin curar). En segundo lugar, se usó una estufa de combinación (estufa Combi, fabricada por Fujimach Co. FCCM6) como humidificador. La temperatura y la humedad ambiente del humidificador se mantuvieron en 65 grados C y 100 por ciento de HR, respectivamente. En estas condiciones, el cuerpo moldeado por compactación se dejó durante 45 segundos (tiempo de humidificación) para humidificar el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo  
15 (S140). Se usó una estufa termostática de aire (fabricada por Yamato Scientific Co., Ltd, DK600) como cámara de secado. El cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo se secó a 95 durante 5 minutos. La leche en estado sólido (leche en estado sólido luego del endurecimiento) del ejemplo 1 se fabricó por este método.

20 La masa de leche en estado sólido en este ejemplo 1 fue de 5.6 g por pieza. Esta leche en estado sólido mantuvo el ancho y la profundidad de un paralelepípedo rectangular en el momento del moldeado por compactación. El espesor fue de 1.33 cm medido por un micrómetro.

La porosidad de la leche en estado sólido en el ejemplo 1 se calculó mediante la fórmula siguiente. Fue de 49 por ciento.

$$25 \text{ Porosidad [por ciento] } = [1 - (W/PV)] * 100$$

En la fórmula matemática anterior, W significa peso [g] de la leche en estado sólido, P significa densidad [g/cm<sup>3</sup>] de leche en estado sólido medida por el densímetro neumático Beckman, V significa volumen [cm<sup>3</sup>] de la leche en estado sólido o cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo calculado a partir del espesor medido por el micrómetro y la forma del molde (matriz) (ancho y profundidad).  
30

Además, la dureza de la leche en estado sólido en la reivindicación 1 se midió por un método descrito más adelante y fue de 44 N. La dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo del ejemplo 1 (la leche en estado sólido sin curar fue moldeada por compactación pero no se le realizó el proceso de humidificación ni el proceso de secado) fue de 4 N.  
35

La dureza de la leche en estado sólido o el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en estado sólido antes de endurecer) se midió mediante un medidor de dureza de comprimidos con celda de carga fabricado por Okada Seiko co., Ltd. Específicamente, se presionó la leche en estado sólido o el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo con una terminal de fractura de este medidor de dureza (ancho 1 mm) hacia el eje corto de un paralelepípedo rectangular de la leche en estado sólido o cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo a una velocidad constante de 0.5 mm/s. La dureza se midió calculando la carga [N] cuando se fracturó la leche en estado sólido o cuerpo moldeado por compactación de leche en polvo. Es decir, la carga calculada por el método citado significa la dureza (dureza del comprimido) [N] de la leche en estado sólido o cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo.  
40  
45

La solubilidad de la leche en estado sólido del ejemplo 1 se evaluó globalmente basándose en los resultados de los dos métodos de prueba siguientes, el primer método y el segundo método de prueba.

El primer método de prueba es un método para comprobar visualmente la solubilidad de la leche en estado sólido. Concretamente, se colocaron en un frasco una o más de dos piezas de leche en estado sólido de 5.6 g por pieza, y luego se vertió la cantidad indicada de agua caliente a 50 grados C (líquido de prueba) en el frasco y se dejó durante el periodo indicado (10 segundos). Ajustando la cantidad de leche en estado sólido y el peso de agua caliente, se ajustó la concentración de la leche en estado sólido (en adelante, también denominada concentración de soluto) en el contenido del frasco. En el presente ejemplo, se evaluó la solubilidad de la leche en estado sólido por varios métodos de prueba (específicamente los 4 métodos de prueba, prueba A, prueba B, prueba C y prueba D de la tabla 1 que se describen más adelante), por ejemplo cambiando la concentración de soluto, o cambiando el número de piezas de leche en estado sólido o el peso de agua caliente pero manteniendo la concentración de soluto.  
50  
55

Luego de eso, se cerró la tapa del frasco y el frasco se agitó durante el período establecido (15 segundos). Enseguida después de agitar, todo el contenido del frasco se vertió en una bandeja rectangular. Se observó continuamente si había algún grumo sin solubilizar en el contenido en la bandeja. Se determinó si había grumos sin solubilizar, la cantidad de grumos y el tamaño (el tamaño más grande) y posteriormente se cortó cada grumo y se observó si el grumo absorbía agua. El grumo sin solubilizar significa una parte de la leche en estado sólido para la  
60

prueba que es insoluble en el líquido de prueba (una parte que permanece insoluble).

Los resultados del primer método de prueba se dividieron en las 6 categorías siguientes. A cada categoría se le asignó una puntuación de 0 a 5, respectivamente. En este caso la puntuación significa un índice para indicar el grado de solubilidad de la leche en estado sólido. Una puntuación pequeña significa una mayor solubilidad de la leche en estado sólido.

Puntuación 0: no hay grumos sin solubilizar.

Puntuación 1: cuando hay uno o más grumos sin solubilizar, el tamaño de cada grumo es de 5 mm o menos, y el interior del grumo absorbe agua (cada grumo es una suspensión o parte del grumo está en estado soluble).

Puntuación 2: Cuando hay uno o más grumos sin solubilizar, el tamaño de cada grumo es de 5 mm o menos, y al menos el interior de uno de los grumos no absorbe agua.

Puntuación 3: cuando hay uno o más grumos sin solubilizar, el tamaño de cada grumo es de 5 mm ~ 10 mm o menos, y al menos el interior de uno de los grumos no absorbe agua.

Puntuación 4: cuando hay uno o más grumos sin solubilizar, el tamaño de cada grumo es de 10 mm ~ 20 mm o menos, y al menos el interior de uno de los grumos no absorbe agua.

Puntuación 5: cuando hay uno o más grumos sin solubilizar, el tamaño de al menos un grumo es mayor de 20 mm.

La tabla 1 siguiente es una tabla que indica la relación entre la cantidad de leche en estado sólido, la masa de agua caliente, la concentración de soluto y el tiempo de agitación, en la solubilidad de la leche en estado sólido en el primer método de prueba mencionado antes.

Tabla 1

	Cantidad de leche en estado sólido [pieza]	Masa de agua caliente [g]	Concentración de soluto [masa %]	Tiempo de agitación [s]
Prueba A	2 (11.2 g)	80	12.3	15
Prueba B	3 (16.8 g)	120	12.3	15
Prueba C:	4 (22.4 g)	160	12.3	15
Prueba D	5 (28.0 g)	120	18.9	15

El segundo método de prueba es un método para evaluar cuantitativamente la solubilidad de la leche en estado sólido como el grado de solubilidad. En concreto, se colocaron en un frasco dos piezas de leche en estado sólido (11.2 g) y después se vertieron en el frasco 80 g (80 mL) de agua caliente a 50 grados C (líquido de prueba), de modo que la concentración de soluto fue de 12.3 por ciento en masa. Se dejó así durante 10 segundos.

Después de eso, el frasco se rotó relativamente suavemente como describiendo un círculo con la mano (concretamente 4 veces por segundo) y se agitó durante 5 segundos. Justo después de 5 segundos, todo el contenido del frasco se vertió en un tamiz cuyo peso era conocido. El tamiz era de 0.50 mm (malla 32). Se determinó la masa [g] del residuo sin disolver en el tamiz. Específicamente, después de haber retirado el residuo y la superficie del tamiz para evitar derramar el residuo en el tamiz, se determinó la masa bruta del tamiz y el residuo. La masa del residuo en el tamiz se calculó basándose en las diferencias entre la masa bruta y la masa del tamiz. Además, en este segundo método de prueba se indica que cuanto menor es la masa de residuo, mejor es la solubilidad de la leche en estado sólido.

En cada ejemplo (o ejemplo de comparación), cuando las puntuaciones en el primer método de prueba fueron bajas (específicamente valor de la puntuación de 2 o menos en todas las pruebas A a D) y la solubilidad en el segundo método de prueba pudiera ser considerada alta (específicamente la masa del residuo es menor a 3.0 g), se evaluó que la leche en estado sólido del ejemplo tenía excelente solubilidad (círculo doble). Cuando en el primer método de prueba o en el segundo método de prueba se evaluó que la solubilidad era excelente, la solubilidad de la leche en estado sólido de cada ejemplo se evaluó como relativamente excelente (círculo único). Cuando tanto en el primer método de prueba como en el segundo método de prueba la solubilidad fue baja, se evaluó que la leche en estado sólido de cada ejemplo tenía relativamente poca solubilidad (triángulo). Especialmente, cuando el residuo en el segundo método de prueba fue mayor de 4.5 g, se evaluó que la leche en estado sólido de cada ejemplo tenía muy poca solubilidad (X).

Cuando se evaluó la solubilidad de la leche en estado sólido del ejemplo 1, todos los valores de puntuación en las pruebas A a D del primer método de prueba fueron de 2 o menos, en el segundo método de prueba la masa del residuo fue de 1.8 g (menos de 3.0 g). Por consiguiente, se evaluó que la leche en estado sólido del ejemplo 1 tenía una excelente solubilidad (círculo doble).

## Ejemplo 2

En el ejemplo 2, la leche en polvo se fabricó igual que en el ejemplo 1 excepto porque la relación de mezcla de CO<sub>2</sub> fue de 30 por ciento en el proceso de dispersión de gas. La leche en polvo obtenida por este método fue más voluminosa que la leche en polvo del ejemplo de comparación como se describe más adelante. El resultado de los componentes de la leche en polvo fabricada fue exactamente el mismo que el del ejemplo 1. Es decir, los componentes de la leche en polvo obtenida, 100 g, consistieron en grasas 18 g, proteínas 15 g, carbohidratos 60 g y otros 7 g. Además, el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo (sin clasificar) fue de 308 micrómetros.

Asimismo, en el ejemplo 2 se fabricó leche en estado sólido de la misma manera que en el ejemplo 1. Se preparó la leche en polvo de manera que tuviera una forma exterior de paralelepípedo rectangular, mediante la compresora de un solo punzón mencionada. Se ajustó la cantidad de uso de leche en polvo para que fuera de 5.6 g por leche en estado sólido después del proceso de moldeado por compactación. La presión en el momento del moldeado por compactación fue de 1.8 MPa. El espesor de esta leche en estado sólido fue de 1.40 cm.

La porosidad de la leche en estado sólido del ejemplo 2 fue de 51 por ciento, y la dureza de 42 N. La dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en polvo sin curar que no fue sometida ni al proceso de humidificación ni de secado y que se fabricó mediante moldeado por compactación de la leche en polvo clasificada) fue de 4 N.

Cuando se evaluó la solubilidad de la leche en estado sólido del ejemplo 2, las puntuaciones de todas las pruebas A a D en el primer método de prueba fueron de 1 o menos, y en el segundo método de prueba la masa del residuo fue de 1.6 g (menos de 3.0 g). Por lo tanto, se evaluó que la leche en estado sólido del ejemplo 2 tenía una excelente solubilidad (círculo doble).

## Ejemplo 3

En el ejemplo 3, la leche en polvo se fabricó igual que en el ejemplo 1 excepto porque la relación de mezcla de CO<sub>2</sub> fue de 45 por ciento en el proceso de dispersión de gas. La leche en polvo obtenida por este método fue más voluminosa que la leche en polvo del ejemplo de comparación como se describe más adelante. El resultado de los componentes de la leche en polvo fabricada fue exactamente el mismo que el del ejemplo 1. Es decir, los componentes de la leche en polvo obtenida, 100 g, consistieron en grasas 18 g, proteínas 15 g, carbohidratos 60 g y otros 7 g. Además, el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo (sin clasificar) fue de 321 micrómetros. Y después, se recogió la leche en polvo que permaneció en el tamiz de 355 micrómetros de tamaño de malla. El tamaño promedio de partícula de esta leche en polvo recogida fue de 561 micrómetros, y su constante de rendimiento (el porcentaje de masa recogida en relación con la masa total) fue de 39 por ciento.

Asimismo, en el ejemplo 3 se fabricó leche en estado sólido de la misma manera que en el ejemplo 1. Se preparó la leche en polvo de manera que tuviera una forma exterior de paralelepípedo rectangular, mediante la compresora de un solo punzón mencionada. Se ajustó la cantidad de uso de la leche en polvo a 5.6 g por leche en estado sólido después del proceso de moldeado por compactación. La presión en el momento del moldeado por compactación fue de 1.5 MPa. El espesor de esta leche en estado sólido fue de 1.48 cm.

La porosidad de la leche en estado sólido del ejemplo 3 fue de 54 por ciento, y la dureza de 40 N. La dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en polvo sin curar que no fue sometida ni al proceso de humidificación ni de secado y que se fabricó mediante moldeado por compactación de la leche en polvo clasificada) fue de 4 N.

Cuando se evaluó la solubilidad de la leche en estado sólido del ejemplo 3, las puntuaciones de todas las pruebas A a D en el primer método de prueba fueron de 0, y en el segundo método de prueba la masa del residuo fue de 0.7 g (menos de 3.0 g), que fue bastante menor que los 3.0 g del valor estándar de evaluación. Por lo tanto, se evaluó que la leche en estado sólido del ejemplo 3 tenía una excelente solubilidad (círculo doble).

## Ejemplo de comparación 1

En el ejemplo de comparación 1, la leche en polvo se fabricó igual que en el ejemplo 1 excepto porque la relación de mezcla de CO<sub>2</sub> se fijó en 0 por ciento en el proceso de dispersión de gas (en otras palabras, se omitió el proceso de dispersión de gas). El resultado de los componentes de la leche en polvo fabricada fue exactamente el mismo que el del ejemplo 1. Es decir, los componentes de la leche en polvo obtenida, 100 g, consistieron en grasas 18 g, proteínas 15 g, carbohidratos 60 g y otros 7 g. Además, el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo (sin clasificar) fue de 263 micrómetros. Sucesivamente, se recogió la leche en polvo que permaneció en el tamiz de 355 micrómetros de tamaño de malla. El tamaño promedio de partícula de esta leche en polvo recogida fue de 524 micrómetros, y su constante de rendimiento (el porcentaje de masa recogida en relación con la masa total) fue de 23 por ciento.

Asimismo, en el ejemplo de comparación 1 se fabricó leche en estado sólido de la misma manera que en el ejemplo 1. Se preparó la leche en polvo de manera que tuviera una forma exterior de paralelepípedo rectangular, mediante la compresora de un solo punzón mencionada. Se ajustó la cantidad de uso de leche en polvo a 5.6 g por leche en estado sólido después del proceso de moldeado por compactación. La presión en el momento del moldeado por compactación fue de 2.3 MPa. El espesor de esta leche en estado sólido fue de 1.24 cm.

La porosidad de la leche en estado sólido del ejemplo de comparación 1 fue de 44 por ciento, y la dureza fue de 50 N. La dureza del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo (leche en polvo sin curar que no fue sometida ni al proceso de humidificación ni de secado y que se fabricó mediante moldeado por compactación de la leche en polvo clasificada) fue de 3 N. Cuando se evaluó la solubilidad de la leche en estado sólido del ejemplo de comparación 1, las puntuaciones de todas las pruebas A a D en el primer método de prueba fueron de 2 o menos, y en el segundo método de prueba la masa del residuo fue de 3.2 g (más de 3.0 g), que fue bastante mejor que los 3.0 g del valor estándar de evaluación. Por consiguiente, se evaluó que la leche en estado sólido del ejemplo 1 tenía relativamente poca solubilidad (círculo).

La tabla 2, la tabla 3, la tabla 4 y la figura 3 se ilustran mediante la organización de los resultados de la evaluación de los ejemplos 1 a 3 y del ejemplo de comparación 1 mencionados antes. La tabla 2 muestra el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo de los ejemplos 1 a 3 y del ejemplo de comparación 1 y el diámetro promedio de partícula luego de la clasificación. La tabla 3 muestra cada valor de medición de la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 y del ejemplo de comparación 1, y los resultados de la evaluación de solubilidad. La tabla 4 muestra en detalle los resultados de la prueba de solubilidad como los fundamentos del juicio global de solubilidad que se ilustran en la tabla 3. La figura 3 muestra la relación entre la relación de mezcla de CO<sub>2</sub> [por ciento] en la fabricación de la leche en polvo y la masa del residuo [g] en el segundo método de prueba de la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 y el ejemplo de comparación 1.

Ejemplo 1.

Tabla 2

	Relación de mezcla de CO <sub>2</sub> [%]	Antes de la clasificación		Después de la clasificación	
		Diámetro promedio de partícula [μm]	Porcentaje de aumento del diámetro de partícula [%]	Promedio de diámetro de partícula [μm]	Constante de rendimiento [%]
Ejemplo de comparación 1	0	263	0	524	23
Realización 1	15	295	12	584	28
Realización 2	30	308	17	639	34
Realización 3	45	321	22	561	39



Tabla 3

	Dispersión de gas	Moldeado por compactación	Cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo	Leche en estado sólido después de la humidificación y el secado				
	Relación de mezcla de CO <sub>2</sub> [%]	Presión de compactación [MPa]	Dureza [N]	Espesor [mm]	Masa [g/pieza]	Porosidad [%]	Dureza [N]	Juicio general de solubilidad
Ejemplo de comparación 1	0	2.3	3	12.4	5.6	44	50	○
Realización 1	15	1.8	4	13.3	5.6	49	44	⊙
Realización 2	30	1.8	4	14.0	5.6	51	42	⊙
Realización 3	45	1.5	4	14.8	5.6	54	40	⊙

5

Tabla 4

	Prueba de solubilidad				
	Primer método de prueba				Segundo método de ensayo Masa del residuo [g]
	Prueba A [puntuación]	Prueba B [puntuación]	Prueba C [puntuación]	Prueba D [puntuación]	
Ejemplo de comparación 1	0	1	1	2	3.2
Realización 1	0	0	0	2	1.8
Realización 2	0	0	0	1	1.6
Realización 3	0	0	0	0	0.7

10

15

20

Como se muestra en las tablas 1 a 3, la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 tuvo alta porosidad comparada con la del ejemplo de comparación 1. También se demostró que la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 tuvo alta solubilidad comparada con la del ejemplo de comparación 1. Además, la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 no sólo tuvo alta porosidad, con reducción de la presión de compactación, sino también alta dureza tal como 40 N - 44 N después de la humidificación y el secado (dureza que fue suficiente para el uso práctico) aunque la leche en estado sólido se moldeó por compactación bajo una presión de compactación menor (1.5 a 1.8 MPa en comparación con 2.3 MPa) que la del ejemplo de comparación 1. Además, la dureza del cuerpo moldeado por compactación (leche en estado sólido sin curar) de los ejemplos 1 a 3 fue mayor que la del ejemplo de comparación 1 que fue de 3 N. Es decir, según los ejemplos 1 a 3, se pudo obtener el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo o leche en estado sólido con alta dureza a pesar de la alta porosidad. Esto es considerado que la maleabilidad de compactación fue realizada debido a la alta porosidad de la leche en polvo. Por consiguiente, la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 tuvo excelente solubilidad debido a la alta porosidad y creció más fácil para cuidar con menor fragilidad debido a la alta dureza. Como resultado, se encontró que la leche en estado sólido de los ejemplos 1 a 3 fue muy adecuada para el uso práctico. Además, según los ejemplos 1 a 3, se encontró que cuanto mayor era la relación de mezcla de CO<sub>2</sub>, mayor era la porosidad de la leche en estado sólido y entonces mayor era la solubilidad.

25

30

Además, para comprobar si la leche en estado sólido que tenía tanto la porosidad como la dureza necesarias se podría producir cambiando la presión de compactación en el momento del moldeado por compactación, los inventores produjeron prácticamente varios tipos de leche en estado sólido a partir de la leche en polvo de los ejemplos 1 a 3 y del ejemplo de comparación 1, y midieron la porosidad y la dureza de la leche en estado sólido. Sin embargo, en este caso sólo se llevó a cabo el proceso de moldeado por compactación para la fabricación de la leche en estado sólido. En otras palabras, los procesos para mejorar la dureza de la leche en polvo después del moldeado por compactación (el proceso de humidificación y el proceso de secado) se omitieron en la fabricación de la leche en estado sólido. Además, en esta descripción, la leche en estado sólido no sometida a procesos para mejorar la dureza de dicha leche en estado sólido también se denomina cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo o leche en estado sólido sin curar. El resultado de esta medición se muestra en la tabla 5 y la figura 4. La tabla

5 muestra la relación entre porosidad y dureza en un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo fabricado cambiando la presión de compactación en el momento del moldeado por compactación referente a la leche en polvo de los ejemplos 1 a 3 y del ejemplo de comparación 1. La figura 4 muestra la relación entre porosidad (44 por ciento a 56 por ciento) y dureza de un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo producido cambiando la presión referente a la leche en polvo de los ejemplos 1 a 3 y del ejemplo de comparación 1.

Tabla 5

Leche sólida del ejemplo de comparación 1	Porosidad (%)	34	37	40	42	44	46	48	49	50						
	Dureza (N)	26	17	10	6	5	4	3	2	2						
Leche sólida de la realización 1	Porosidad (%)	35	37	40	43	44	46	48	49	51	52	53	54			
	Dureza (N)	32	22	14	9	8	6	4	4	3	3	2	2			
Leche sólida de la realización 2	Porosidad (%)	36	38	41	44	45	47	49	50	51	52	53	54	55		
	Dureza (N)	44	32	22	14	13	10	7	6	5	4	4	3	2		
Leche sólida de la realización 3	Porosidad (%)	36	39	42	44	45	47	49	50	51	52	53	54	55	58	58
	Dureza (N)	60	41	32	22	17	16	12	11	9	7	6	6	4	3	3

10 Como se muestra en la tabla 5 y la figura 4, se pudieron fabricar varios cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo con diferente combinación de valores de porosidad y dureza cambiando la presión de compactación. Específicamente, aumentando la presión de compactación, se pudo obtener un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo con mejor dureza, mientras que disminuyendo la presión, se pudo producir un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo con mayor porosidad. Además, se encontró que se era capaz de producir un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo con adecuadas porosidad y dureza, mediante el ajuste intermedio de alta presión de compactación y baja presión de compactación. Además, la dureza que se muestra en la tabla 5 y la figura 4 indica el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo no sometido a procesos para mejorar la dureza, de modo que la dureza del cuerpo moldeado por compactación se mejora posteriormente realizando el proceso de humidificación y secado.

20 Según la tabla 5 y la figura 4, comparados los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 1 a 3 respecto al concerniente al ejemplo de comparación 1, la dureza de los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 1 a 3 (4 N, 7 N, 12 N, respectivamente) tendió a ser mayor que la del concerniente al ejemplo de comparación 1 (2 N) en el caso de la misma porosidad (por ejemplo de 49 por ciento). Esto se consideró que demostraba que los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 1 a 3 son superiores al concerniente al ejemplo de comparación 1 en términos de maleabilidad de compactación.

30 Esta tendencia fue más evidente en la fabricación de leche en polvo cuando la relación de mezcla de CO<sub>2</sub> se tornó mayor. Por lo tanto, cuanto mayor la relación de mezcla de CO<sub>2</sub>, más cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo con diferente combinación de valores de porosidad y dureza se pueden fabricar. Por ejemplo, en caso de que se necesite un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo con 20 N de dureza o mayor, en el ejemplo 3 (relación de mezcla de CO<sub>2</sub> de 45 por ciento) la porosidad del cuerpo moldeado por compactación objeto de fabricación se pudo elegir entre 36 por ciento y 44 por ciento solamente ajustando la presión de compactación. Por otra parte, en el ejemplo de comparación 1 (relación de mezcla de CO<sub>2</sub> de 0 por ciento) la porosidad del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo objeto de fabricación se mantuvo alrededor de 34 por ciento, por lo tanto la gama de opciones (latitud) fue estrecha, aunque se ajustó la presión de compactación.

40 Según la tabla 5 y la figura 4, comparados los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 1 a 3 respecto al concerniente al ejemplo de comparación 1, la porosidad de los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 1 a 3 (51 a 52 por ciento, 54 por ciento, 58 por ciento, respectivamente) tendió a ser mayor que la del concerniente al ejemplo de comparación 1 (48 por ciento respectivamente) en el caso de la misma dureza (por ejemplo de 3 N). Esto se consideró que demostraba que fue porque los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 1 a 3 pudieron mantener muchos espacios de aire en comparación con el concerniente al ejemplo de comparación 1 cuando estuvieron bajo la misma presión de compactación. Resultó que cuanto mayor fue la relación de mezcla de CO<sub>2</sub>, más evidente fue el crecimiento de la tendencia citada en la fabricación de la leche en polvo.

50 Comparados los ejemplos 1 a 3 con el ejemplo de comparación 1, la diferencia principal es si hubo, o no, proceso de dispersión de gas en la fabricación de la leche en polvo. Cuando se omitió el proceso de dispersión de gas como en el ejemplo de comparación 1, comparado con el proceso de dispersión de gas realizado como en los ejemplos 1 a 3, el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo se redujo en tamaño y la porosidad de la leche en estado sólido disminuyó. Sin embargo, aunque la leche en estado sólido del ejemplo de comparación 1 fue inferior a la de los ejemplos 1 a 3, la leche en estado sólido del ejemplo de comparación 1 tuvo suficientes dureza y porosidad para

el uso práctico. Esta razón se consideró que fue porque se extrajo la leche en polvo con diámetro promedio de partícula grande (seleccionada) en el proceso de clasificación. Por lo tanto, los investigadores investigaron acerca de la presencia del proceso de clasificación.

5 Específicamente, se compararon casos de realización del proceso de clasificación (ejemplos 1 a 3 y ejemplo de comparación 1 mencionados antes) con casos en los que se omitió el proceso de clasificación (ejemplos 4 a 6 y ejemplo de comparación 2). Los métodos de fabricación de leche en polvo o leche en estado sólido en los ejemplos 4 a 6 y el ejemplo de comparación 2 son los mismos excepto porque se omite el proceso de clasificación. Por lo tanto, se omiten estas explicaciones.

10 La tabla 6 y la figura 5 se ilustran mediante la organización de los resultados de la evaluación de los ejemplos 4 a 6 y del ejemplo de comparación 2 mencionados antes.

15 La tabla 6 muestra cada valor de medición de la leche en estado sólido de los ejemplos 4 a 6 y del ejemplo de comparación 2 y los resultados de la evaluación de la solubilidad. Además, el diámetro promedio de partícula de la leche en polvo de los ejemplos 4 a 6 y del ejemplo de comparación 2 indicado en la tabla 6 es correspondiente al diámetro promedio de partícula de la leche en polvo antes de la clasificación indicado en la tabla 2. La tabla 7 muestra en detalle los resultados de la prueba de solubilidad que son los fundamentos del juicio general de solubilidad ilustrado en la tabla 6. La figura 5 muestra la relación entre la relación de mezcla de CO<sub>2</sub> [por ciento] en la fabricación de la leche en polvo y la masa del residuo [g] en el segundo método de prueba en la leche sólida de los ejemplos 4 a 6 y el ejemplo de comparación 2. Además, la figura 5 también muestra la relación en los ejemplos 1 a 3 y el ejemplo de comparación 1 (Fig. 3) para comparar.

Tabla 6

	Dispersión de gas	Moldeado por compactación		Leche en estado sólido después del moldeado, la humidificación y el secado				
	Porcentaje de mezcla de CO <sub>2</sub>	Diámetro promedio de partícula	Presión de compactación	Espesor	Masa	Porosidad	Dureza	Juicio general de solubilidad
	[%]	[µm]	[MPa]	[mM]	[g/pieza]	[%]	[N]	
Ejemplo de comparación 2	0	263	2.7	12.4	5.6	45	52	×
Realización 4	15	295	2.2	13.4	5.6	49	45	^
Realización 5	30	308	2.2	14.0	5.6	51	45	Δ
Realización 6	45	321	1.8	15.0	5.6	55	39	⊙

25 Tabla 7

Tabla 7

	Prueba de solubilidad				
	Primer método de prueba				Segundo método de ensayo Masa del residuo [g]
	Prueba A [puntuación]	Prueba B [puntuación]	Prueba C [puntuación]	Prueba D [puntuación]	
Ejemplo de comparación 2	0	2	2	3	6.0
Realización 4	0	1	2	3	3.3
Realización 5	0	0	2	2	8.4
Realización 6	0	0	1	2	2.8

30 Además, los inventores midieron la dureza de los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo después que se fabricaron cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo con distinta porosidad cambiando la presión de compactación sobre la leche en polvo de los ejemplos 4 a 6 y del ejemplo de comparación 2 en el momento del moldeado por compactación. Los resultados de la medición se muestran en la tabla 8 y la figura 6. La tabla 8 indica la relación entre la dureza y la porosidad de un cuerpo moldeado por compactación de

la leche en polvo fabricado cambiando la presión de compactación referente a la leche en polvo de los ejemplos 4 a 6 y del ejemplo de comparación 2. La figura 6 es una gráfica para indicar la relación entre la porosidad (44 por ciento a 56 por ciento) y la dureza de un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo fabricado cambiando la presión de compactación referente a los ejemplos 4 a 6 y el ejemplo de comparación 2. Además, en la figura 6, la relación en los ejemplos 1 a 3 y el ejemplo de comparación 1 se indica mediante una línea punteada para comparar.

Tabla 8

Leche sólida del ejemplo de comparación 2	Porosidad (%)	35	37	40	43	44	46	48	49	50						
	Dureza (N)	23	16	10	6	5	3	3	2	1						
Leche sólida de la realización 4	Porosidad (%)	36	38	41	43	45	47	49	50	51	52	53	54			
	Dureza (N)	33	23	15	9	7	6	4	4	3	2	2	1			
Leche sólida de la realización 5	Porosidad (%)	37	39	42	44	45	47	49	50	51	52	53	54	55		
	Dureza (N)	46	35	22	15	12	11	7	7	5	4	3	3	2		
Leche sólida de la realización 6	Porosidad (%)	37	39	42	44	46	47	49	50	51	53	53	55	56	58	59
	Dureza (N)	57	46	31	21	20	16	12	11	9	7	7	5	4	3	2

Como se muestra en la tabla 8 y la figura 6, se pudieron fabricar varios cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo con diferente combinación de valores de porosidad y dureza cambiando la presión de compactación así como mediante el conocimiento obtenido por la tabla 5 y la figura 4. Asimismo, la porosidad y la dureza de los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo no cambiaron como resultado de si se realizó, o no, el proceso de clasificación.

Además, como se muestra en la tabla 7 y la tabla 4 si se comparan, o como se muestra en la figura 5, cuando se omitió el proceso de clasificación como en los ejemplos 4 a 6 y en el ejemplo de comparación 2, la solubilidad de la leche en estado sólido tendió a empeorar en comparación con el caso a través del proceso de los ejemplos 1 a 3 y del ejemplo de comparación 1, independientemente de la relación de mezcla de CO<sub>2</sub>. En otras palabras, llevar a cabo el proceso de clasificación como en los ejemplos 1 a 3 y el ejemplo de comparación 1 fue preferible en términos de solubilidad.

Y, cuando se evaluó la solubilidad de la leche en estado sólido del ejemplo de comparación 2, la masa de residuo en el segundo método de prueba fue de 5.0 g (mayor de 4.5 g) lo que significa por encima del estándar de evaluación de 4.5 g. Por consiguiente, se evaluó que la solubilidad de la leche en estado sólido del ejemplo de comparación 2 fue muy poca (X). Es decir, la leche en estado sólido del ejemplo de comparación 2 no fue adecuada para el uso práctico en términos de calidad del producto. Esto significa que la leche en polvo referente al ejemplo de comparación 2 no es adecuada para fabricar leche en estado sólido. Por lo tanto, según el ejemplo de comparación 2, fue difícil producir leche en polvo que fuera adecuada para fabricar leche en estado sólido a menos que se realizaran tanto el proceso de dispersión de gas como de clasificación. Asimismo, según los ejemplos de comparación 1 y 2, se pudo producir leche en polvo adecuada para fabricar leche en estado sólido aun cuando sólo se realizó el proceso de clasificación.

Por consiguiente, según la comparación de los ejemplos 1 a 3 y los ejemplos 4 a 6, se pudo obtener más ciertamente leche en polvo adecuada para fabricar leche en estado sólido realizando el proceso de dispersión de gas. Además, según el ejemplo de comparación 1 y el ejemplo de comparación 2, aun cuando se realizó sólo el proceso de clasificación, se pudo producir leche en estado sólido con alta solubilidad. Por consiguiente, la leche en polvo que se obtiene mediante secado por atomización y realizando el proceso de dispersión de gas es adecuada para fabricar leche en estado sólido. Además, se puede fabricar leche en estado sólido con mayor solubilidad mediante clasificación y moldeado por compactación de la leche en polvo y realizando el proceso de humidificación y el proceso de secado.

Se usó gas de nitrógeno como gas dispersado en gas concentrado en el proceso de dispersión de gas (S112) para comparar las características de los procesos que tienen el proceso de dispersión de gas (ejemplos 7, 8) con las de un proceso sin el proceso de dispersión de gas (ejemplo de comparación 3). Además, también se investigó en el proceso de dispersión de gas, un efecto de las diferencias (cambios) en la densidad de la leche líquida (densidad aparente de la leche en polvo) mediante cambio de la relación de gas indicado dispersado en la leche líquida de la misma manera que en los ejemplos 1 a 3 (ejemplos 7 y 8).

#### Ejemplo 7

En el ejemplo 7, se fabricó leche en polvo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto porque se usó gas de nitrógeno en el proceso de dispersión de gas. En este caso, la relación de mezcla de gas de nitrógeno (en adelante,

referido como relación de mezcla de N<sub>2</sub> [por ciento]) fue de 7 por ciento.

La leche en polvo obtenida por este método fue más voluminosa que la leche en polvo del ejemplo de comparación como se describe más adelante. Los componentes de la leche en polvo obtenida, 100 g, consistieron en grasas 18 g, proteínas 15 g, carbohidratos 60 g y otros 7 g.

Ejemplo 8

En el ejemplo 8, se fabricó leche en polvo de la misma manera que en el ejemplo 7 excepto porque la relación de mezcla de N<sub>2</sub> fue de 450 por ciento. La leche en polvo obtenida por este método fue más voluminosa que la leche en polvo del ejemplo de comparación como se describe más adelante. Un análisis realizado de los componentes de la leche en polvo fabricada encontró que los componentes de la leche en polvo obtenida, 100 g, consistieron en grasas 18 g, proteínas 15 g, carbohidratos 60 g y otros 7 g.

Ejemplo de comparación 3

En el ejemplo de comparación 3, se fabricó leche en polvo de la misma manera que en el ejemplo 7 excepto porque la relación de mezcla de N<sub>2</sub> en el proceso de dispersión de gas fue de 0 por ciento (en otras palabras, se omitió el proceso). El resultado de los componentes de la leche en polvo fabricada fue exactamente igual que el del ejemplo 7. Es decir, los componentes de la leche en polvo obtenida, 100 g, consistieron en grasas 18 g, proteínas 15 g, carbohidratos 60 g y otros 7 g.

En los ejemplos 7, 8 y el ejemplo de comparación 3 la leche en estado sólido se fabricó de la misma manera que en el ejemplo 1. Se preparó la leche en polvo de manera que tuviera una forma exterior de paralelepípedo rectangular, mediante la compresora de un solo punzón mencionada. Se ajustó la cantidad de uso de la leche en polvo para que fuera de 5.6 g de leche en estado sólido por pieza después del proceso de moldeado por compactación. Para verificar si la leche en estado sólido podía tener la dureza requerida así como para cambiar la presión de compactación en el moldeado por compactación, los inventores produjeron sustancialmente varios tipos de leche en estado sólido a partir de leche en polvo y midieron la porosidad y la dureza de la leche en estado sólido. Sin embargo, aquí sólo se realizó el proceso de moldeado por compactación para fabricar la leche en estado sólido. En otras palabras, los procesos para mejorar la dureza de la leche en estado sólido después del moldeado por compactación (el proceso de humidificación y el proceso de secado) se omitieron en la fabricación de la leche en estado sólido. El resultado de la medición se muestra en la tabla 9 y en la figura 7. La tabla 9 muestra la relación entre porosidad y dureza en un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo fabricado cambiando la presión de compactación en el momento del moldeado por compactación referente a la leche en polvo de los ejemplos 7, 8 y del ejemplo de comparación 3. La figura 7 muestra la relación entre porosidad (30 por ciento a 75 por ciento) y dureza en un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo producido cambiando la presión de compactación en el momento del moldeado por compactación referente a la leche en estado sólido de los ejemplos 7, 8 y del ejemplo de comparación 3.

Tabla 9

Leche en estado sólido del ejemplo de comparación 3	Porosidad	[%]	35	36	38	41			
	Dureza	[N]	3	2	1	0			
Leche en estado sólido de la realización 7	Porosidad	[%]	35	37	39	41			
	Dureza	[N]	7	5	3	0			
Leche en estado sólido de la realización 8	Porosidad	[%]	48	50	53	58	62	65	68
	Dureza	[N]	16	13	9	6	4	2	0

Como se muestra en la tabla 9 y la figura 7, se pudieron fabricar cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo con diferente combinación de valores de porosidad y dureza cambiando la presión de compactación.

Asimismo, según la tabla 9 y la figura 7, comparados los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 7 y 8 con el del concerniente al ejemplo de comparación 3, en el caso de la misma porosidad (por ejemplo de 35 por ciento), la dureza de los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes al ejemplo 7 (7 N) tendió a ser mayor que la concerniente al del ejemplo de comparación 3 (3 N). En el ejemplo 8, con mayor porosidad que en el ejemplo de comparación 3, la dureza también fue mayor que en el ejemplo de comparación 3. Esto se consideró que demostraba que los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 7 y 8 fueron superiores al concerniente al ejemplo de comparación 3 respecto al moldeado por compactación.

Esta tendencia fue más evidente en la fabricación de la leche en polvo cuando la relación de mezcla de  $N_2$  se tornó mayor como resultado. Por lo tanto, cuanto mayor la relación de mezcla de  $N_2$ , más cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo con diferente combinación de valores de porosidad y dureza se pueden fabricar. Por ejemplo, cuando se necesitó un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo con 3 N de dureza o mayor, en el ejemplo 8 (la relación de mezcla de  $N_2$  es de 450 por ciento) la porosidad del cuerpo moldeado por compactación objeto de fabricación se pudo elegir entre 48 por ciento y 62 por ciento solamente ajustando la presión de compactación. Por otra parte, en el ejemplo de comparación 3 (relación de mezcla de  $N_2$  de 0 por ciento) la porosidad del cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo objeto de fabricación no fue mayor de alrededor de 35 por ciento, por lo tanto la gama de opciones fue estrecha, aunque se ajustó la presión de compactación

Además, según la tabla 9 y la figura 7, comparados los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 7 y 8 con el del concerniente al ejemplo de comparación 3, la porosidad de los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 7 y 8 (39 por ciento y 63 por ciento, respectivamente) tendió a ser superior que la del concerniente al ejemplo de comparación 3 (35 por ciento), en el caso de la misma dureza (por ejemplo 3 N). Esto se consideró que mostraba que fue porque los cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo concernientes a los ejemplos 7 y 8 mantuvieron más espacios de aire en comparación con el concerniente al ejemplo de comparación 3 cuando estuvieron bajo la misma presión de compactación. Esta tendencia fue más evidente en la fabricación de leche en polvo cuando la relación de mezcla de  $N_2$  se tornó mayor.

Aquí, como se compara entre los ejemplos 1 a 3 y el ejemplo de comparación 1, y los ejemplos 7, 8 y el ejemplo de comparación 3, no hubo cambios en cuanto a que se pueden elegir ampliamente más durezas y porosidades cambiando la presión de compactación, cuanto mayor fue la relación de mezcla de gas si el gas para dispersar en el proceso de dispersión de gas difería. Además, en estos ejemplos y ejemplos de comparación se usó leche en polvo que tenía los mismos componentes. Por consiguiente, los investigadores investigaron empleando leche en polvo con distintos componentes.

Específicamente, leche en polvo con diferentes componentes que la de los ejemplos 7, 8 y el ejemplo de comparación 3, que contenía grasas 26 g, proteínas 12 g, carbohidratos 57 g, y otro 5 g por 100 g de leche en polvo (en adelante referida como leche en polvo B). Después, se compararon los casos en que se usó la leche en polvo de los ejemplos 7, 8 y el ejemplo de comparación 3 (en adelante referida como leche en polvo A) y los casos en que se usó leche en polvo B (ejemplos 9, 10 y ejemplo de comparación 4). Los métodos de fabricación de leche en polvo y leche en estado sólido de los ejemplos 9, 10 y el ejemplo de comparación 4 son los mismos que los de los ejemplos 7, 8 y el ejemplo de comparación 3 excepto por que usan leche en polvo con diferentes componentes. Por lo tanto, se omiten estas explicaciones.

#### Ejemplo 9

En el ejemplo 9, se fabricó leche en polvo de la misma manera que en el ejemplo 7. En este caso la relación de mezcla de  $N_2$  fue de 6 por ciento. La leche en polvo obtenida por este método fue más voluminosa que la leche en polvo del ejemplo de comparación como se describe más adelante. Un análisis realizado de los componentes de la leche en polvo fabricada encontró que los componentes de la leche en polvo obtenida eran los mismos que los de la leche en polvo B.

#### Ejemplo 10

En el ejemplo 10, la leche en polvo se fabricó de la misma manera que en el ejemplo 9 excepto porque la relación de mezcla de  $N_2$  fue de 270 por ciento. La leche en polvo obtenida por este método fue más voluminosa que la leche en polvo del ejemplo de comparación como se describe más adelante. Un análisis realizado de los componentes de la leche en polvo fabricada encontró que los componentes de la leche en polvo obtenida eran los mismos que los de la leche en polvo B.

#### Ejemplo de comparación 4

En el ejemplo de comparación 4, se fabricó leche en polvo de la misma manera que en el ejemplo 9 excepto porque la relación de mezcla de  $N_2$  en el proceso de dispersión de gas fue de 0 por ciento (en otras palabras, se omitió el proceso). El resultado de los componentes de la leche en polvo fabricada fue exactamente el mismo el que de la leche en polvo B. Es decir, los componentes de la leche en polvo obtenida, 100 g, consistieron en grasas 26 g, proteínas 12 g, carbohidratos 57 g y otros 5 g.

Y en los ejemplos 9, 10 y el ejemplo de comparación 4 la leche en estado sólido también se fabricó de la misma manera que en el ejemplo 7. Se preparó la leche en polvo de manera que tuviera una forma exterior de

5 paralelepípedo rectangular, mediante la compresora de un solo punzón mencionada. Se ajustó la cantidad de uso de la leche en polvo para que fuera de 5.4 g de leche en estado sólido por pieza después del proceso de moldeado por compactación. Para verificar si la leche en estado sólido también podía tener la dureza requerida cambiando la presión de compactación en el moldeado por compactación, los inventores produjeron realmente leche en estado sólido individual a partir de la leche en polvo de los ejemplos 9, 10 y el ejemplo de comparación 4, y midieron la porosidad y la dureza de la leche en estado sólido. Sin embargo, aquí sólo se realizó el proceso de moldeado por compactación para fabricar la leche en estado sólido. En otras palabras, los procesos para mejorar la dureza de la leche en polvo después del moldeado por compactación (el proceso de humidificación y el proceso de secado) se omitieron en la fabricación de la leche en estado sólido. El resultado de la medición se muestra en la tabla 10 y en la figura 8. La tabla 10 muestra la relación entre porosidad y dureza en un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo fabricado cambiando la presión de compactación en el momento del moldeado por compactación referente a la leche en polvo de los ejemplos 9, 10 y del ejemplo de comparación 4. La figura 8 muestra la relación entre porosidad (30 por ciento a 75 por ciento) y dureza en un cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo producido cambiando la presión de compactación en el momento del moldeado por compactación referente a la leche en polvo de los ejemplos 9, 10 y del ejemplo de comparación 4.

Tabla 10

Leche en estado sólido del ejemplo de comparación 4	Porosidad	[%]	34	36	38	41	44	46			
	Dureza	[N]	12	10	6	2	0	0			
Leche en estado sólido de la realización 9	Porosidad	[%]	35	36	39	42	45	47	48	50	53
	Dureza	[N]	29	24	17	11	6	5	4	2	0
Leche en estado sólido de la realización 10	Porosidad	[%]	55	59	63	66	69				
	Dureza	[N]	91	73	60	49	36				

20 Como se muestra en la tabla 10 y la figura 8, análogamente al conocimiento obtenido a partir de la tabla 9 y la figura 7, se pudieron fabricar varios cuerpos moldeados por compactación de la leche en polvo con diferente combinación de valores de porosidad y dureza cambiando la presión de compactación. Asimismo, análogamente al conocimiento obtenido de la tabla 9 y la figura 7, aunque se cambiaron los componentes de la leche en polvo, cuanto mayor fue la relación de mezcla de gas, más durezas y porosidades diferentes se pudieron elegir cambiando la presión de compactación.

25 En otras palabras, de la comparación de los ejemplos 7, 8 y los ejemplos 9, 10, se encontró que cuanto mayor fue la relación de mezcla de gas, más durezas y porosidades diferentes se pudieron elegir cambiando la presión de compactación independientemente de los componentes de la leche en polvo.

30 Como se explicó en detalle antes, según los ejemplos, realizando el proceso de dispersión de gas o el proceso de clasificación en el momento de la fabricación de la leche en polvo, se encontró que se podía ofrecer al fabricante de leche en polvo o leche en estado sólido una gran ventaja (mérito), que permitía producir fácilmente leche en estado sólido con alta porosidad y alta dureza.

### 35 Aplicabilidad industrial

40 La presente invención se puede aplicar a la industria lechera, la ganadería lechera, la industria de fabricación de polvos o la industria de fabricación de sólidos puesto que la invención se refiere a un método para fabricar leche en estado sólido a partir de leche en polvo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricar leche en estado sólido que comprende:

5 un proceso de dispersión de gas (S112) para dispersar un gas indicado en la leche líquida;  
un proceso de secado por atomización (S114) para obtener leche en polvo por atomización de la leche líquida  
luego del proceso de dispersión de gas (S112), y secado de la leche atomizada; y  
un proceso de moldeado por compactación (S130) para obtener un cuerpo solidificado moldeado por  
compactación de la leche en polvo producido por compactación de la leche en polvo después del proceso de  
10 dispersión de gas (S112) y el proceso de secado por atomización (S114), donde el gas indicado es uno o más  
gases elegidos del grupo compuesto por dióxido de carbono, aire, nitrógeno, oxígeno y gases raros.

15 2. El método de fabricación de leche en estado sólido según la reivindicación 1, en el que el volumen de gas a  
dispersar es entre  $1 \times 10^{-2}$  veces a 7 veces el volumen de la leche líquida.

3. El método de fabricación de leche en estado sólido según la reivindicación 1, en el que dicha leche líquida en la  
que se dispersa el gas indicado en el procedimiento de dispersión de gas (S112) es leche concentrada.

20 4. El método de fabricación de leche en estado sólido según la reivindicación 1, en el que el proceso de dispersión  
de gas (S112) comprende un proceso destinado a mezclar el gas indicado, que está bajo presión, en la leche  
líquida.

25 5. El método de fabricación de leche en estado sólido según la reivindicación 1, en el que el proceso de dispersión  
de gas (S112) comprende un proceso destinado a verter la leche líquida a lo largo de una vía de circulación, donde  
la relación entre el flujo volumétrico del gas indicado y la leche líquida es de  $1 \times 10^{-2}$  veces a 7 veces.

30 6. El método de fabricación de leche en estado sólido según la reivindicación 1, en el que el proceso de secado por  
atomización (S114) es un proceso destinado a atomizar la leche líquida que tiene el gas indicado dispersado, donde  
la densidad de llenado de la leche líquida es baja en el proceso de dispersión de gas (S112).

35 7. El método de fabricación de leche en estado sólido según la reivindicación 1, que comprende además, antes del  
procedimiento de moldeado por compactación (S130), un proceso de clasificación (S120) para obtener leche en  
polvo con un diámetro de partícula superior al diámetro de partícula indicado para la clasificación de la leche en  
polvo obtenida en el proceso de secado por atomización (S114).

40 8. El método de fabricación de leche en estado sólido según la reivindicación 1, que comprende además, después  
del proceso de moldeado por compactación (S130); un proceso de humidificación (S140) destinado a humidificar el  
cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo obtenido en el proceso de moldeado por compactación  
(S130); un proceso de secado (S160) para secar el cuerpo moldeado por compactación de la leche en polvo  
humidificado en el proceso de humidificación (S140).



Fig. 1

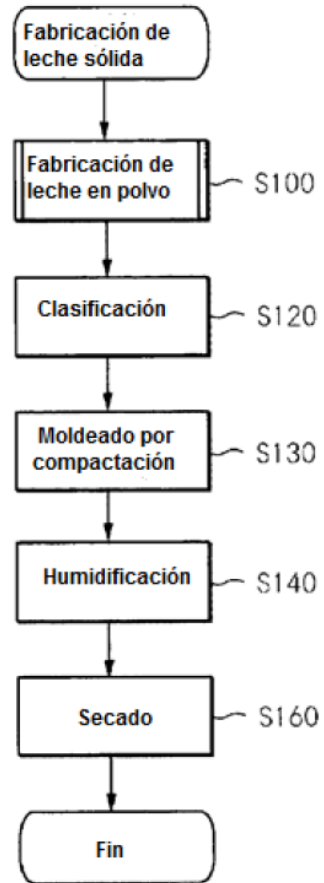


Fig. 2

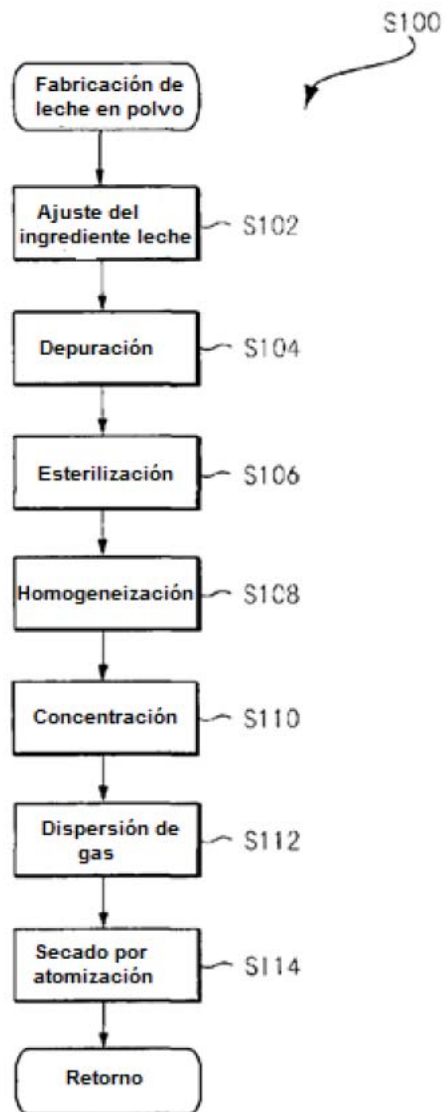


Fig. 3

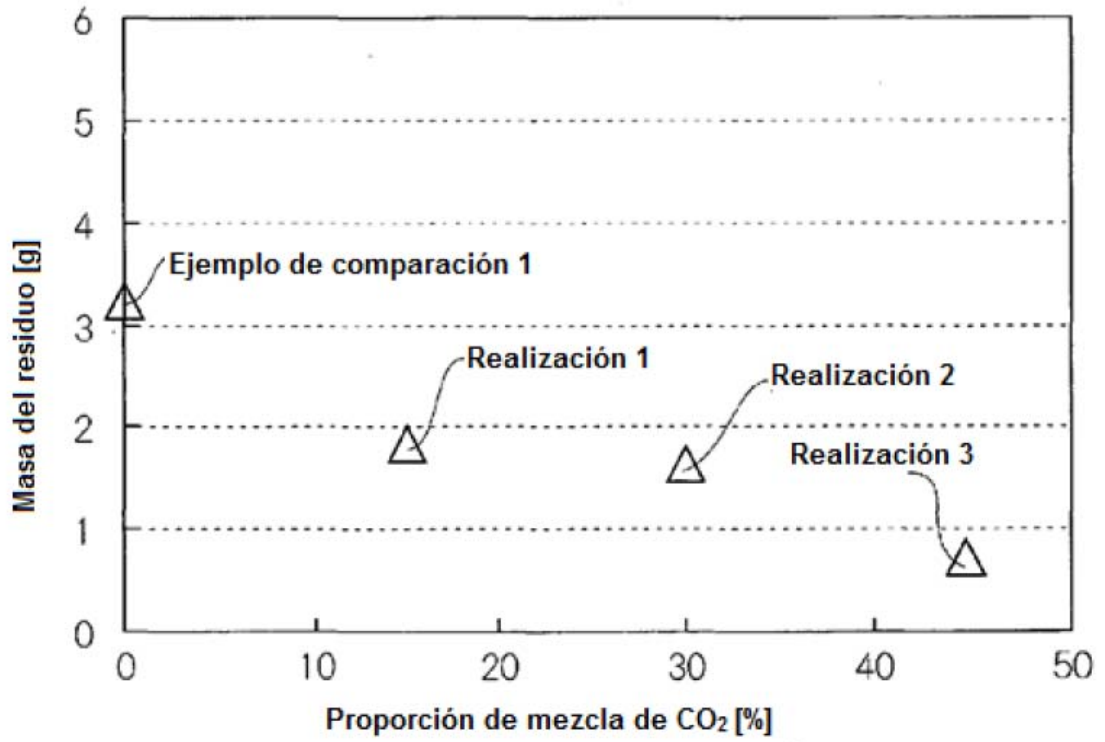


Fig. 4

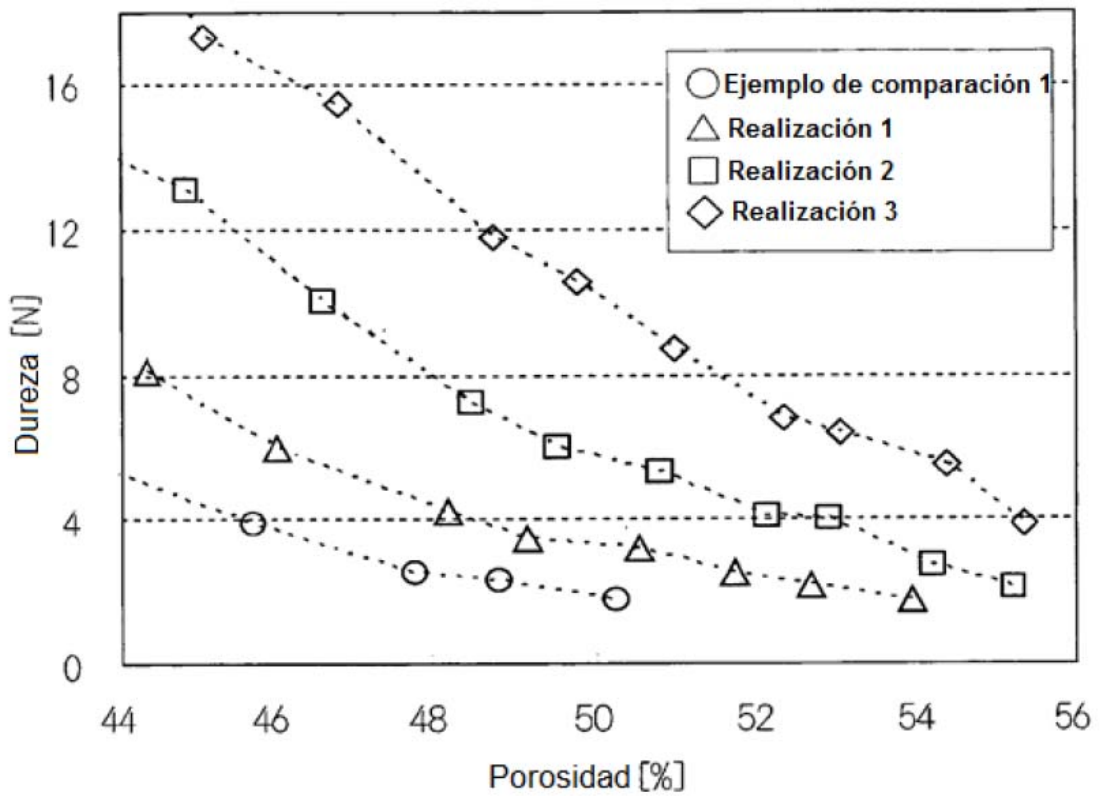


Fig. 5

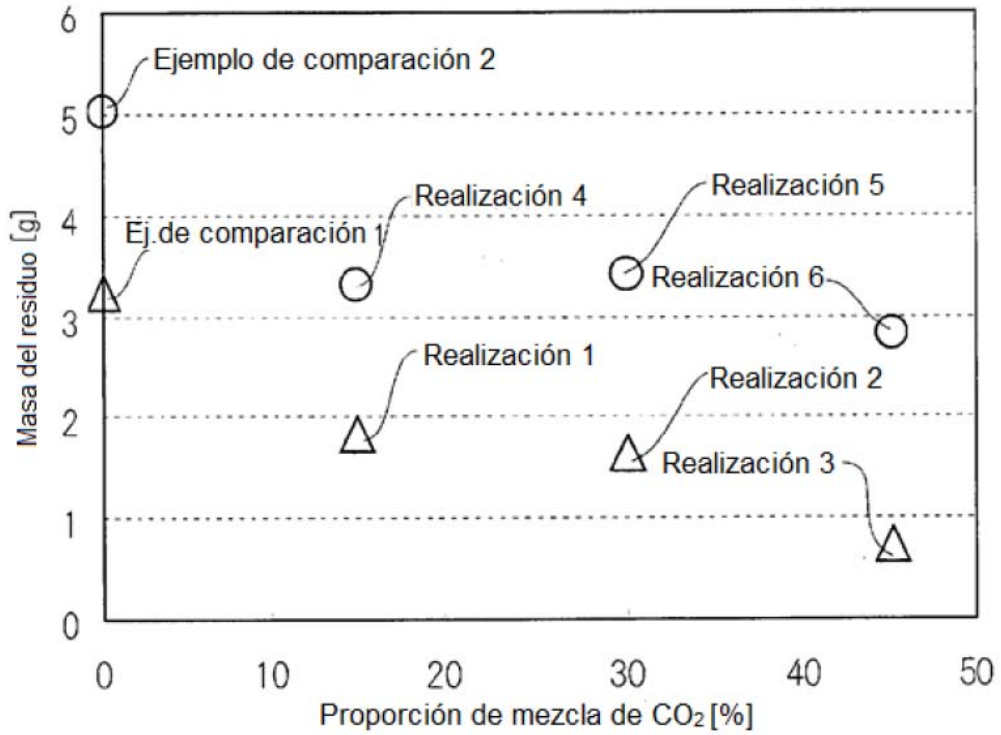


Fig. 6

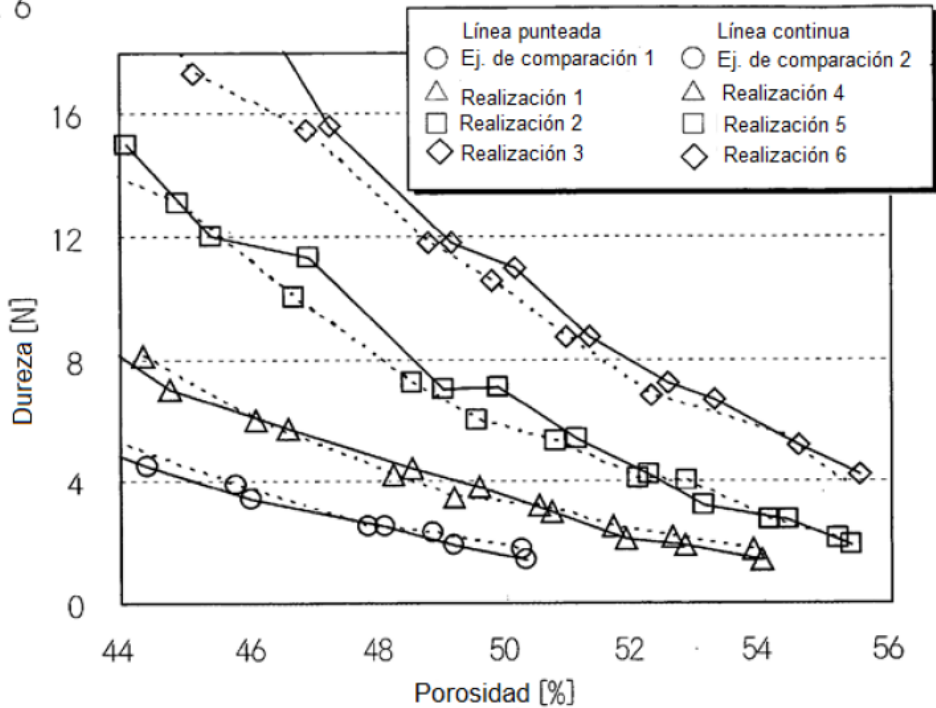


Fig. 7

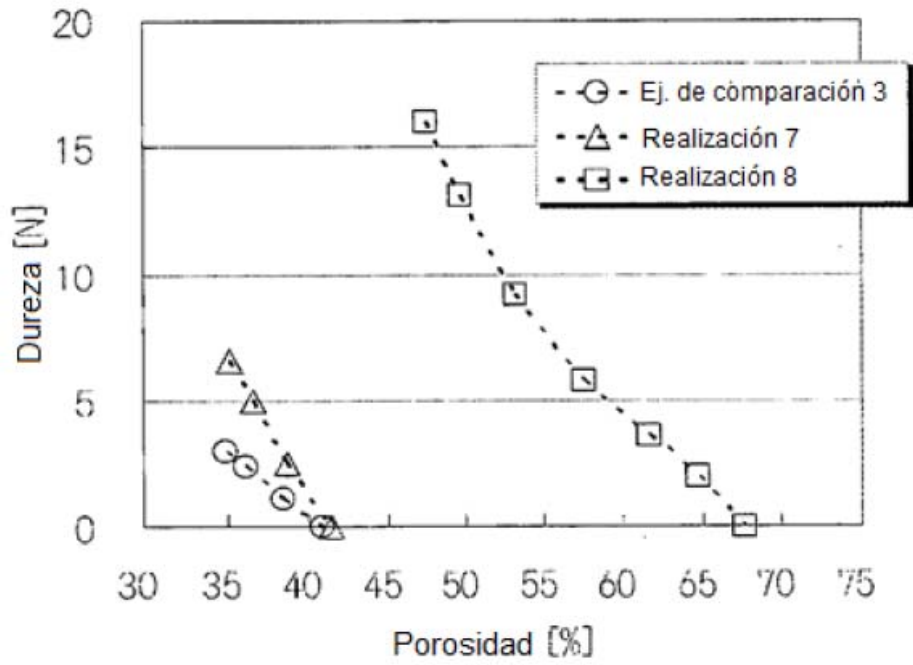


Fig. 8

