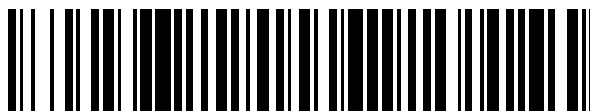


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 558**

51 Int. Cl.:

**C08J 9/04** (2006.01)  
**C08J 9/00** (2006.01)  
**C08L 23/12** (2006.01)  
**C08L 23/26** (2006.01)  
**C08L 83/10** (2006.01)  
**C08J 9/12** (2006.01)  
**C08G 77/442** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2016** **PCT/JP2016/055625**  
87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016** **WO16136875**  
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2016** **E 16755619 (0)**  
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019** **EP 3263638**

54 Título: **Partículas de espuma de resina de poliolefina y método de producción de las mismas**

30 Prioridad:

**26.02.2015 JP 2015037217**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.10.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YAMAGUCHI, TAKEMA y**  
**MIURA, SHINTARO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 728 558 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

Partículas de espuma de resina de poliolefina y método de producción de las mismas

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a partículas de resina de poliolefina expandidas convenientemente utilizables en la producción de un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno para su uso en materiales de embalaje que absorben golpes, envases retornables y materiales de automóviles (por ejemplo, cajas de herramientas, materiales del núcleo del suelo, y similares) y un método para producir las partículas de resina de poliolefina expandidas.

**Antecedentes de la técnica**

Los productos moldeados expandidos de resina de poliolefina son ampliamente utilizados en aplicaciones de materiales de embalaje amortiguadores, envases retornables, materiales para automóviles (por ejemplo, cajas de herramientas, materiales de la base del suelo, etc.), y similares. Sin embargo, estos productos moldeados expandidos de resina de poliolefina a veces generan un molesto sonido de fricción de alta frecuencia (sonido chirriante) cuando se frota entre sí o contra algún otro producto de plástico o metal o similar.

Los métodos conocidos para prevenir el sonido de fricción de un producto moldeado expandido de resina de poliolefina son: un método para obtener un producto moldeado expandido de resina de poliolefina moldeando partículas de resina de poliolefina expandidas que se obtienen expandiendo partículas de resina compuestas por una composición de resina obtenida fundiendo y amasando un polisiloxano en una resina de poliolefina (Bibliografía de Patentes 1); un método para obtener un producto moldeado expandido de resina de polipropileno moldeando partículas de resina de polipropileno expandidas compuestas por una composición de resina que se obtiene al fundir y amasar una cera de polietileno que tiene un peso molecular de 1000 o más y 4000 o menos en una resina de polipropileno (Bibliografía de Patentes 2); y similares.

Sin embargo, en estos métodos, hay espacio para mejorar la capacidad de prevenir continuamente el sonido de fricción. Adicionalmente, en el método de la Bibliografía de Patentes 1, el polisiloxano sangra fuera de la resina del material base y, por lo tanto, hay espacio para mejorar la capacidad de fusión de las partículas expandidas cuando se produce el producto moldeado expandido. Mientras tanto, el método de la Bibliografía de Patentes 1 utiliza un hidrocarburo lipófilo (por ejemplo, butano) como agente espumante cuando se producen partículas expandidas y, por lo tanto, la capacidad de formación de espuma de las partículas de resina no es un problema.

En este sentido, los inventores de la presente invención realizaron un estudio sobre cómo cambiar el agente espumante a agua y/o dióxido de carbono gaseoso en el método de la Bibliografía de patentes 1, y el estudio reveló que el uso de agua y/o dióxido de carbono gaseoso como agente espumante reduce la capacidad de formación de espuma durante la producción de partículas expandidas. Los inventores realizaron un estudio posterior e infirieron lo siguiente. En el caso de que se utilice o se utilice agua y/o gas inorgánico como agente espumante, es necesario aumentar el contenido de humedad de las partículas de resina permitiendo que las partículas de resina absorban agua para aumentar la capacidad de formación de espuma. Sin embargo, el efecto repelente al agua del siloxano inhibe la absorción de agua por las partículas de resina. Esto da como resultado una reducción de la capacidad de formación de espuma. Este problema es un nuevo problema técnico.

La Bibliografía de patentes 3 y 4 también son ejemplos de bibliografía que describen técnicas relacionadas con partículas de resina de polipropileno expandido y composiciones de resina de polipropileno.

La Bibliografía de patentes 5 y 6 divulga un método para fabricar partículas de resina de polipropileno espumado obtenidas usando un gas inorgánico como agente espumante, comprendiendo las partículas de polipropileno polipropileno y una sustancia absorbente de agua. Las partículas de resina de poliolefina espumada se pueden usar para producir cuerpos moldeados de espuma en molde para su aplicación como materiales aislantes del calor, materiales de embalaje amortiguadores para materiales de automóviles.

La bibliografía de patentes 7 describe un artículo moldeado obtenido moldeando una composición de poliolefina que comprende una resina de poliolefina y un producto obtenido calentando y amasando un material que comprende una resina de polipropileno, una cera de polipropileno, un poliorganosiloxano que comprende un grupo alquenoil unido a un átomo de silicona y un peróxido orgánico.

Lista de citas

[Bibliografía de patentes]

[Bibliografía de patente 1]  
Publicación de la solicitud de patente japonesa Tokukai N.º 2010-180295 (Fecha de publicación: 19 de agosto de

2010)

[Bibliografía de patente 2]

Publicación de la solicitud de patente japonesa Tokukai N.º 2013-67816 (Fecha de publicación: 18 de abril de 2013)

5 [Bibliografía de patente 3]

Publicación de la solicitud de patente japonesa Tokukai N.º 2009-209334 (Fecha de publicación: 17 de septiembre de 2009)

[Bibliografía de patente 4]

10 Publicación de la solicitud de patente japonesa Tokukai N.º 2013-241534 (Fecha de publicación: 5 de diciembre de 2013)

[Bibliografía de patente 5]

WO 2014/136933 A1 (Fecha de publicación: 12 de septiembre de 2014)

[Bibliografía de patente 6]

WO 2012/029101 A1 (Fecha de publicación: 2 de febrero de 2012)

15 [Bibliografía de patente 7]

EP 2 740 762 A1 (Fecha de publicación: 11 de junio de 2014)

## Sumario de la invención

### 20 Problema técnico

Un objeto de la presente invención es producir partículas de resina de poliolefina expandidas usando agua y/o un gas inorgánico como agente espumante sin causar una reducción en la capacidad de formación de espuma, siendo las partículas de resina de poliolefina expandidas tales que, cuando las partículas de resina de poliolefina expandidas se convierten en productos moldeados expandidos y se frota entre sí o contra algún otro producto plástico o metal o similar, los productos moldeados expandidos no generan un molesto sonido de fricción de alta frecuencia (sonido chirriante). Otro objeto de la presente invención es obtener un producto moldeado expandido sin reducir la capacidad de fusión de las partículas de resina de poliolefina expandidas cuando se moldean las partículas de resina de poliolefina expandidas en un molde.

### 30 Solución al problema

Los inventores de la presente invención estudiaron mucho en vista de los objetos anteriores y encontraron que, con el uso de partículas de resina de poliolefina compuestas de una composición de resina de poliolefina que contiene una resina de poliolefina (a), un producto (b) y una sustancia absorbente de agua (c), (el producto (b) se obtiene calentando y amasando una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales por átomo de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4), y en lo sucesivo puede denominarse "producto (b)" para abreviar), las partículas de resina de poliolefina expandidas obtenidas por el siguiente método mantienen una alta capacidad de formación de espuma, aunque las partículas de resina de poliolefina contienen una sustancia que tiene repelencia al agua. Es decir, el método implica: dispersar partículas de resina de poliolefina junto con un agente espumante (específicamente, agua y/o un gas inorgánico) en un medio de dispersión acuoso en un recipiente cerrado; calentar el interior del recipiente cerrado a una temperatura igual o superior a la temperatura de reblandecimiento de las partículas de resina de poliolefina y someter el recipiente cerrado a presión; y posteriormente liberar el medio de dispersión acuoso en el que las partículas de resina de poliolefina y el agente espumante se dispersan en una región que tiene una presión inferior a la presión interna del recipiente cerrado para expandir así las partículas de resina de poliolefina.

Los inventores encontraron además que, cuando las partículas de resina de poliolefina expandidas se expanden y moldean en un molde, se mantiene una alta fusibilidad entre las partículas de resina de poliolefina expandidas y, además, el producto moldeado expandido resultante mantiene continuamente el efecto de prevenir o reducir el sonido de fricción (sonido chirriante). Sobre la base de estos antecedentes, los inventores completaron la presente invención.

55 La presente invención se puede describir como a continuación.

[1] Una partícula de resina de poliolefina expandida obtenida expandiendo, utilizando agua y/o un gas inorgánico como un agente espumante, una partícula de resina de poliolefina que contiene: una resina de poliolefina (a); un producto (b) obtenido al calentar y amasar una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4); y una sustancia absorbente de agua (c).

[2] La partícula de resina de poliolefina expandida según [1], en donde la partícula de resina de poliolefina contiene, además, un poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d).

[3] La partícula de resina de poliolefina expandida según [1] o [2], en donde la resina de poliolefina (a) es una resina de polipropileno.

[4] La partícula de resina de poliolefina expandida según uno cualquiera de [1] a [3], en donde la sustancia

absorbente de agua (c) es al menos una seleccionada del grupo que consiste en melamina, glicerina, diglicerina, polietilenglicol y borato de zinc.

[5] La partícula de resina de poliolefina expandida según uno cualquiera de [1] a [4], en donde la partícula de resina de poliolefina contiene el producto (b) en una cantidad de 0,5 partes en peso o más y 15 partes en peso o menos con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a), siendo el producto (b) un producto en el que el poliorganosiloxano (3) se injerta sobre la resina de polipropileno (1) y la cera de polipropileno (2).

[6] La partícula de resina de poliolefina expandida según uno cualquiera de [1] a [5], en donde la partícula de resina de poliolefina contiene la sustancia absorbente de agua (c) en una cantidad de 0,01 partes en peso o más y 1 parte en peso o menos con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a).

[7] La partícula de resina de poliolefina expandida según uno cualquiera de [2] a [6], en donde la partícula de resina de poliolefina contiene el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) en una cantidad de 10 partes en peso o más y 60 partes en peso o menos con respecto a 100 partes en peso del producto (b) en el que el poliorganosiloxano (3) se injerta sobre la resina de polipropileno (1) y la cera de polipropileno (2).

[8] Un método para producir partículas de resina de poliolefina expandidas que comprende: dispersar partículas de resina de poliolefina junto con un agente espumante en un medio de dispersión acuoso en un recipiente cerrado; calentar un interior del recipiente cerrado a una temperatura igual o superior a la temperatura de reblandecimiento de las partículas de resina de poliolefina y someter el recipiente cerrado a presión; y, en lo sucesivo, liberar, a una región que tiene una presión más baja que una presión interna del recipiente cerrado, el medio de dispersión acuoso en el que se dispersan las partículas de resina de poliolefina y el agente espumante, para obtener las partículas de resina de poliolefina expandidas, en donde las partículas de resina de poliolefina contienen una resina de poliolefina (a), un producto (b) obtenido al calentar y amasar una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4), y una sustancia absorbente de agua (c), y el agente espumante es agua y/o un gas inorgánico.

[9] El método de acuerdo con [8], en donde las partículas de resina de poliolefina contienen 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a), 0,5 partes en peso o más y 15 partes en peso o menos del producto (b), que se obtiene calentando y amasando la mezcla que contiene la resina de polipropileno (1), la cera de polipropileno (2), el poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y el peróxido orgánico (4), y 0,01 partes en peso o más y 1 parte en peso o menos de la sustancia absorbente de agua (c).

### Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, es posible, en el caso de obtener partículas de resina de poliolefina expandidas con el uso de agua y/o un gas inorgánico (por ejemplo, dióxido de carbono) como agente espumante, obtener partículas diana de resina de poliolefina expandida manteniendo una buena capacidad de formación de espuma. Adicionalmente, un producto moldeado expandido de poliolefina obtenido expandiendo y moldeando las partículas de resina de poliolefina expandidas en un molde tiene el efecto continuo de prevenir o reducir el sonido de fricción (sonido chirriante).

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un ejemplo del resultado obtenido al medir, con el uso de un calorímetro diferencial de barrido (DSC), una temperatura pico de fusión de una resina de polipropileno para su uso en una realización de la presente invención. La temperatura pico de fusión se midió en un segundo aumento de temperatura en una curva DSC obtenida por, con el uso de la DSC, (i) elevar la temperatura de la resina de polipropileno utilizada en el Ejemplo 1 de 40 °C a 220 °C a una velocidad de 10 °C/min y, en lo sucesivo, (ii) reducir la temperatura de 220 °C a 40 °C a una velocidad de 10 °C/min y (iii) elevar la temperatura de nuevo de 40 °C a 220 °C a una velocidad de 10 °C/min.

La Figura 2 muestra un ejemplo del resultado de medición en partículas de resina de poliolefina expandidas (específicamente, partículas de resina de polipropileno expandidas) de una realización de la presente invención obtenida usando DSC. La Figura 2 muestra una curva DSC (temperatura frente a la cantidad de absorción de calor) obtenida mediante una calorimetría de barrido diferencial (DSC) en la que la temperatura de las partículas de resina de polipropileno expandidas obtenidas en el Ejemplo 1 se eleva de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min. Una cantidad total de calor de fusión (Q), una cantidad de calor de fusión en el lado de temperatura baja (Ql) y una cantidad de calor de fusión en el lado de temperatura alta (Qh) de las partículas de resina de polipropileno expandido se definen como sigue. En la curva DSC obtenida, la cantidad total de calor de fusión ( $Q = Ql + Qh$ ), que es la suma de la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja (Ql) y la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura alta (Qh), se indica mediante una parte rodeada por un (i) segmento de línea A-B que se dibuja para conectar una cantidad de absorción de calor (punto A) a una temperatura de 80 °C y una cantidad de absorción de calor (punto B) a una temperatura a la cual la fusión en un lado de alta temperatura termina y (ii) la curva DSC. La cantidad de calor de fusión del lado de la temperatura baja (Ql) se indica mediante una parte rodeada por un segmento de línea A-D, un segmento de línea C-D y la curva DSC, y la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura (Qh) se indica mediante una parte rodeada por un segmento de línea B-D, el segmento de línea C-D y la curva DSC donde (i) un punto C es un punto en el cual la cantidad de absorción de calor entre dos regiones de cantidad de calor en fusión en la curva

DSC es la más pequeña, siendo las dos regiones de cantidad de calor de fusión una región de la cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura y una región de la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura y (ii) un punto D es un punto en el cual el segmento de línea A-B interseca una línea que se dibuja con el fin de extender, paralelo a un eje Y, desde el punto C hacia el segmento de línea A-B.

## Descripción de las realizaciones

La siguiente descripción discutirá una realización de la presente invención. Sin embargo, la presente invención no se limita a la realización. La presente invención no está limitada a ninguna de las configuraciones descritas a continuación, pero puede alterarse de muchas maneras dentro del alcance de las reivindicaciones. Una realización y/o un ejemplo derivado de una combinación adecuada de medios técnicos descritos en diferentes realizaciones y/o ejemplos también están incluidos en el alcance técnico de la presente invención.

### [1. Partículas de resina de poliolefina expandidas]

Las partículas de resina de poliolefina expandida de una realización de la presente invención son partículas de resina de poliolefina expandida obtenidas expandiendo, usando agua y/o dióxido de carbono como agente espumante, de partículas de resina de poliolefina compuestas por una composición de resina de poliolefina que contiene: una resina de poliolefina (a); un producto (b) obtenido al calentar y amasar una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3) que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula y un peróxido orgánico (4) (o una mezcla que consiste en la resina de polipropileno (1), la cera de polipropileno (2), el poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio por molécula, y el peróxido orgánico (4)); y una sustancia absorbente de agua (c).

#### [1-1. Resina de poliolefina (a)]

Los ejemplos de la resina de poliolefina (a) para su uso en una realización de la presente invención incluyen resinas de polietileno y resinas de polipropileno. Estas resinas se pueden usar de manera individual o se pueden usar dos o más de los mismos en combinación.

Los ejemplos de una resina de polietileno para su uso en una realización de la presente invención incluyen polietileno de alta densidad, polietileno de densidad media, polietileno de baja densidad y polietileno de baja densidad lineal. Estas resinas de polietileno se pueden usar de manera individual o se pueden usar dos o más de los mismos en combinación.

Los ejemplos de una resina de polipropileno para su uso en una realización de la presente invención incluyen homopolímeros de propileno, copolímeros aleatorios de  $\alpha$ -olefina-polipropileno y copolímeros de bloques de  $\alpha$ -olefina-polipropileno. Estas resinas de polipropileno se pueden usar de manera individual o se pueden usar dos o más de los mismos en combinación.

La frase "copolímero aleatorio de  $\alpha$ -olefina-polipropileno" denota un copolímero aleatorio a base de polipropileno que contiene propileno y una  $\alpha$ -olefina que no es propileno. Los ejemplos de la  $\alpha$ -olefina incluyen  $\alpha$ -olefinas C2 o C4 a C12, tales como 1-buteno, etileno, isobuteno, 1-penteno, 3-metil-1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, 3,4-dimetil-1-buteno, 1-hepteno, 3-metil-1-hexeno, 1-octeno y 1-deceno. Estas  $\alpha$ -olefinas se pueden usar individualmente o en combinación. En vista de la capacidad de formación de espuma en la obtención de partículas de resina de poliolefina expandidas y una buena propiedad superficial del producto moldeado expandido en molde de resina de poliolefina, los preferidos de estas  $\alpha$ -olefinas son 1-buteno y/o etileno. Es más preferible que el copolímero aleatorio a base de polipropileno contenga tanto 1-buteno como etileno.

En el caso de que la resina de poliolefina (a) para su uso en una realización de la presente invención sea una resina de polipropileno, la cantidad de  $\alpha$ -olefina en la resina de polipropileno es preferiblemente del 1 % en peso o más y del 10 % en peso o menos con respecto al 100 % en peso de la resina de polipropileno. Existe una fuerte tendencia a que una resina de polipropileno que contiene la  $\alpha$ -olefina en una cantidad inferior al 1 % en peso se convierta en una resina que tenga un punto de fusión de más de 160 °C e, incluso cuando las partículas expandidas resultantes deben expandirse y moldearse en un molde, una presión de moldeo (presión de calentamiento de vapor) supera los 0,40 MPa (presión manométrica) y, por lo tanto, las partículas pueden ser difíciles de moldear. Incluso si las partículas expandidas resultantes se expanden y se moldean en un molde con una presión de moldeo de 0,40 MPa (presión manométrica) o menos, Un ciclo de moldeo tiende a hacerse largo. Si la cantidad de  $\alpha$ -olefina es más del 10 % en peso, la presión de calentamiento del vapor para el moldeo de espuma en molde disminuye, pero el punto de fusión de la propia resina de polipropileno disminuye y la rigidez también disminuye, y por lo tanto el ciclo de moldeo tiende a ser largo y el producto moldeado resultante no satisface la rigidez práctica como la resistencia a la compresión. En el caso de que la rigidez práctica del producto moldeado no sea satisfactoria, la relación de expansión del producto moldeado debe reducirse y, en dicho caso, la densidad del producto moldeado se vuelve grande y no se puede obtener fácilmente un producto moldeado ligero. En estas circunstancias, la cantidad de la  $\alpha$ -olefina es preferiblemente del 2 % en peso o más y del 8 % en peso o menos, más preferiblemente 3 % en peso o

más y 6 % en peso o menos, con respecto al 100 % en peso de la resina de polipropileno.

La resina de polipropileno para su uso en una realización de la presente invención tiene preferiblemente un módulo de flexión, que se mide de acuerdo con JIS K7171, de 800 MPa o más y 1700 MPa o menos. más preferiblemente 1000 MPa o más y 1600 MPa o menos. Cuando el módulo de flexión es inferior a 800 MPa, puede que no sea posible lograr una resistencia mecánica satisfactoria cuando el producto moldeado resultante se use en una aplicación de automóvil. Si el módulo de flexión es más de 1700 MPa, la presión de moldeo para el moldeo en molde tiende a ser alta.

La resina de polipropileno para su uso en una realización de la presente invención tiene preferiblemente una velocidad de flujo en fusión (en lo sucesivo puede denominarse "MFR" para abreviar) de 5 g/10 min o más y 20 g/10 min o menos, más preferiblemente 6 g/10 min o más y 12 g/10 min o menos. Si la MFR de la resina de polipropileno es inferior a 5 g/10 min, el poder de expansión en la producción de partículas expandidas es bajo y, por lo tanto, puede ser difícil obtener partículas expandidas que tengan una alta relación de expansión. Adicionalmente, puede ser difícil obtener la resistencia de fusión entre las partículas expandidas del producto moldeado expandido resultante. Adicionalmente, si la MFR de la resina de polipropileno es más de 20 g/10 min, las celdas pueden romperse cuando se producen partículas expandidas.

Nótese que la MFR de acuerdo con una realización de la presente invención se mide con el uso de un instrumento de medición de MFR descrito en JIS-K7210 y bajo condiciones que implican (i) un orificio que tiene un diámetro de  $2,0959 \pm 0,005$  mm y una longitud de  $8,000 \pm 0,025$  mm, (ii) una carga de 2160 g y (iii) una temperatura de  $230^\circ\text{C} \pm 0,2^\circ\text{C}$ .

El punto de fusión de la resina de polipropileno para su uso en una realización de la presente invención es, para obtener un producto moldeado expandido que tenga una buena resistencia mecánica y una buena resistencia al calor, preferentemente a  $130^\circ\text{C}$  o más y a  $160^\circ\text{C}$  o menos. más preferiblemente  $135^\circ\text{C}$  o superior y  $160^\circ\text{C}$  o inferior, incluso más preferiblemente  $140^\circ\text{C}$  o más y  $155^\circ\text{C}$  o menos. Cuando el punto de fusión de la resina de polipropileno es  $130^\circ\text{C}$  o superior y  $160^\circ\text{C}$  o inferior, existe una fuerte tendencia a que la presión de moldeo para el moldeo en molde se incremente adecuadamente (moldeabilidad) y que la resistencia mecánica y la resistencia al calor del producto moldeado expandido puedan equilibrarse fácilmente.

Debe notarse, en el presente documento, que el punto de fusión de la resina de polipropileno, tal como se muestra en la Figura 1, se mide de la siguiente manera: se calienta 1 mg o más y 10 mg o menos de una resina de polipropileno de  $40^\circ\text{C}$  a  $220^\circ\text{C}$  a una velocidad de  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  y después se enfría de  $220^\circ\text{C}$  a  $40^\circ\text{C}$  a una velocidad de  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  y nuevamente se calienta de  $40^\circ\text{C}$  a  $220^\circ\text{C}$  a una velocidad de  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  con el uso de un calorímetro diferencial de barrido DSC para obtener una curva DSC y una temperatura pico de fusión ( $T_m$  en la Figura 1) en la curva DSC en el segundo aumento de temperatura es el punto de fusión de la resina de polipropileno.

Debería observarse que, ya que el producto (b) (descrito más adelante) tiene una cadena molecular de polipropileno, la resina de poliolefina (a) en una realización de la presente invención es particularmente de forma preferible una resina de polipropileno en vista de la compatibilidad entre la resina de poliolefina (a) y el producto (b).

#### [1-2. Producto (b)]

Las partículas de resina de poliolefina de una realización de la presente invención contienen el producto (b) obtenido calentando y amasando una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4) (o una mezcla que consiste en la resina de polipropileno (1), la cera de polipropileno (2), el poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un átomo de silicio grupo funcional polimerizable por radicales unido por molécula, y el peróxido orgánico (4)) (tal producto puede denominarse en adelante "producto (b)" para abreviar). Dado que el producto (b) es altamente compatible con la resina de poliolefina (a) (en el caso de que la resina de poliolefina (a) sea una resina de polipropileno, la compatibilidad es particularmente alta), el producto (b) puede dispersarse uniformemente en partículas de la resina de poliolefina (a) y, además, el sangrado del componente de organosiloxano se previene o reduce. Como resultado, la inhibición de la expansión durante la producción de partículas expandidas se reduce y la capacidad de fusión de las partículas expandidas se mejora en la producción de un producto moldeado expandido, y también el producto moldeado expandido resultante proporciona el efecto duradero de prevenir el sonido de fricción. El producto moldeado expandido resultante también proporciona repelencia al agua de larga duración.

El producto (b) obtenido al calentar y amasar una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y peróxido orgánico (4), que se utiliza en una realización de la presente invención, se puede obtener por, por ejemplo, el método divulgado en la publicación de solicitud de patente japonesa Tokukai N.º 2013-241534.

Cuando la mezcla contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3),

que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4) se calienta y se amasa, se pueden formar enlaces químicos (injertos) entre el componente (3) y los componentes (1) y (2) por los grupos funcionales polimerizables por radicales en el componente (3). Por lo tanto, El concepto del producto (b) de una realización de la presente invención puede incluir: compuestos en los que el componente (3) tiene enlaces químicos con el componente (1); y compuestos en los que el componente (3) tiene enlaces químicos con el componente (2).

La resina de polipropileno (1) para su uso en la producción del producto (b) es una resina compuesta por un homopolímero de propileno, un copolímero (por ejemplo, copolímeros de bloque, copolímeros aleatorios, copolímero de injerto, o similares) de propileno y una  $\alpha$ -olefina distinta de propileno (por ejemplo, etileno, 1-butenio, o similares), o una mezcla de estos polímeros.

La cera de polipropileno (2) para su uso en la producción del producto (b) se obtiene polimerizando propileno o despolimerizando un polipropileno ordinario de alto peso molecular. El peso molecular promedio en número de la cera de polipropileno es preferiblemente de aproximadamente 1000 a 20000.

El poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio por molécula, para su uso en la producción del producto (b) es un poliorganosiloxano en el que un átomo de silicio del mismo está unido a uno o más grupos funcionales polimerizables por radicales.

Los ejemplos específicos del grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio incluyen un grupo acriloximetilo, un grupo 3-acriloxipropilo, un grupo metacriloximetilo, un grupo 3-metacriloxipropilo, un grupo 4-vinilfenilo, un grupo 3-vinilfenilo, un grupo 4-(2-propenil)fenilo, un grupo 3-(2-propenil)fenilo, un grupo 2-(4-vinilfenil)etilo, un grupo 2-(3-vinilfenil)etilo, un grupo vinilo, un grupo propenilo, un grupo butenilo, un grupo pentenilo, un grupo hexenilo y un grupo decenilo. El más preferido de estos en vista de la síntesis y la disponibilidad es el grupo vinilo.

Debería observarse que, en una realización de la presente invención, el grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio no se limita a grupos alquenilo, tales como el grupo vinilo, un grupo propenilo, un grupo butenilo, un grupo pentenilo, un grupo hexenilo y un grupo decenilo y pueden ser cualquiera de los grupos funcionales enumerados.

El peróxido orgánico (4) para su uso en la producción del producto (b) sirve para generar radicales cuando se calienta y, por lo tanto, forma enlaces químicos (injertos) entre el componente (3) y el componente (1) o entre el componente (3) y el componente (2).

Los ejemplos específicos del peróxido orgánico (4) incluyen: peróxidos de cetona, tales como peróxido de metil etil cetona, peróxido de metil isobutil cetona y peróxido de ciclohexanona; peróxidos de diacilo, tales como peróxido de isobutirilo, peróxido de lauroilo y peróxido de benzoilo; hidroperóxidos, tales como hidroperóxido de diisopropilbenceno; peróxidos de dialquilo, tales como peróxido de dicumilo, 2,5-dimetil-2,5-di-(t-butilperoxi) hexano, 1,3-bis-(t-butilperoxi-isopropil)-benceno, peróxido de di-t-butilo y 2,5-dimetil-2,5-di-(t-butilperoxi)-hexano-3; peroxi cetales, tales como 1,1-di-t-butilperoxi-3,3,5-trimetil ciclohexano y 2,2-di-(t-butilperoxi)-butano; perésteres de alquilo, tales como t-butilperoxi-pivalato y t-butil peroxibenzoato; y percarbonatos, tales como peroxi isopropilcarbonato de t-butilo.

La relación (relación en peso) de la resina de polipropileno (1) a la cera de polipropileno (2), que se utiliza para obtener el producto (b), es preferiblemente 85 : 15 a 50 : 50, más preferiblemente 80 : 20 a 60 : 40. Las relaciones fuera de este rango pueden no alcanzar suficientemente los efectos de una realización de la presente invención.

La cantidad de poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales por un átomo de silicio por molécula, para usar en la obtención del producto (b) es preferiblemente de 30 a 150 partes en peso, más preferentemente de 40 a 120 partes en peso, con respecto a 100 partes en peso de la suma del componente (1) y el componente (2). Las cantidades fuera de este rango pueden no alcanzar suficientemente los efectos de una realización de la presente invención.

La cantidad de peróxido orgánico (4) para su uso en la obtención del producto (b) es preferiblemente de 0,05 a 3,0 partes en peso, más preferentemente de 0,1 a 1,5 partes en peso, Con respecto a 100 partes en peso de la suma de los componentes (1) y (2).

La tasa de injerto del producto (b), que se obtiene por injerto del poliorganosiloxano (3) en la resina de polipropileno (1) y la cera de polipropileno (2), es preferiblemente del 50 % o más, más preferiblemente 70 % o más, incluso más preferiblemente 80 % o más. Cabe señalar aquí que, a medida que aumenta la tasa de injerto, la cantidad no reaccionada del poliorganosiloxano (3) disminuye y, por lo tanto, es preferible la mayor tasa de injerto porque se evita o reduce la disminución de la capacidad de formación de espuma durante la producción de partículas expandidas y la disminución de la resistencia mecánica del producto moldeado expandido resultante.

Cabe señalar que la tasa de injerto del producto (b) es un valor que se encuentra de la siguiente manera. El producto (b), que se obtiene mediante injerto del poliorganosiloxano (3) en la resina de polipropileno (1) y la cera de polipropileno (2), en una cantidad de 1 g se disolvió con calor en 100 ml de xileno, y luego se añadieron 50 ml de hexano y 50 ml de metanol a la solución para permitir que los componentes (1) y (2), que tienen o no tienen los enlaces químicos con el componente (3), para precipitar, y la solución que contiene el precipitado se filtraron para eliminar así el componente (3) que no tiene enlaces químicos con el componente (1) o (2), de manera que el precipitado se separó. Después de eso, El precipitado seco y el producto (b) se midieron cada uno para el espectro infrarrojo usando el método de tableta KBr con el uso de un FT-IR (Frontier FT-IR disponible de Perkin Elmer) con ATR, y la relación de la absorbancia en el pico de absorción ( $1256\text{ cm}^{-1}$ ) derivado del componente (3) a la absorbancia en el pico de absorción ( $1376\text{ cm}^{-1}$ ) derivado de los componentes (1) y (2), que se representa como [Absorbancia derivada del componente (3)/Absorbancia derivada de los componentes (1) y (2)], fue encontrado. La tasa de injerto se calculó utilizando la siguiente ecuación.

Tasa de injerto (%) = [Relación de absorbancia obtenida en precipitado seco/Relación de absorbancia obtenida en producto (b)] x 100 ... Ecuación

La cantidad del producto (b), que se obtiene calentando y amasando una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4), en las partículas de resina de poliolefina de una realización de la presente invención es preferiblemente de 0,5 partes en peso o más y 15 partes en peso o menos, más preferiblemente 1,0 partes en peso o más y 10 partes en peso o menos, con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a). Cuando la cantidad del producto (b) es inferior a 0,5 partes en peso, existe una tendencia a que el producto moldeado expandido de poliolefina resultante no pueda producir suficientemente el efecto de prevenir o reducir el sonido de fricción (sonido chirriante). Cuando la cantidad del producto (b) es más de 15 partes en peso, la resistencia a la compresión del producto moldeado expandido en molde de poliolefina tiende a disminuir.

Las partículas de resina de poliolefina de una realización de la presente invención pueden contener además un poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d). Cuando las partículas de resina de poliolefina contienen el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d), es posible mantener continuamente el efecto de prevenir o reducir el molesto sonido de fricción de alta frecuencia.

En una realización de la presente invención, no hay ninguna limitación particular sobre cuándo se añade el componente (d). El componente (d) se puede añadir (i) cuando una composición de resina de poliolefina, que es una materia prima para partículas de resina de poliolefina, se prepara a partir de los componentes (a), (b) y (c) o (ii) antes o durante el calentamiento y amasado en la producción del componente (b). Cabe señalar que el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) es un poliorganosiloxano diferente del componente (3) y no contiene grupos funcionales polimerizables por radicales unidos a átomos de silicio, que son esenciales para el componente (3). Por lo tanto, el componente (d) no forma enlaces químicos (injerto) con el componente (1) o (2).

La cantidad de poliorganosiloxano (d) no polimerizable por radicales en las partículas de resina de poliolefina de una realización de la presente invención es preferiblemente de 10 partes en peso o más y 60 partes en peso o menos, más preferiblemente 20 partes en peso o más y 40 partes en peso o menos, con respecto a 100 partes en peso del producto (b). De manera más específica, las partículas de resina de poliolefina de una realización de la presente invención pueden contener el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) en una cantidad de 10 partes en peso o más y 60 partes en peso o menos, más preferiblemente 20 partes en peso o más y 40 partes en peso o menos, con respecto a 100 partes en peso del producto (b), en el que el poliorganosiloxano (3) se injerta sobre la resina de polipropileno (1) y la cera de polipropileno (2).

Cabe señalar que los ejemplos del producto (b) que contiene el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) incluyen Rikeido SG-100P y SG-170P (disponible de Riken Vitamin Co., Ltd.).

#### [1-3. Sustancia absorbente de agua (c)]

La sustancia absorbente de agua (c) para su uso en una realización de la presente invención sirve para aumentar la humedad impregnada en las partículas de resina de poliolefina cuando se producen las partículas de resina de poliolefina expandidas. La sustancia absorbente de agua (c) es capaz de impartir capacidad de formación de espuma a las partículas de resina de poliolefina en el caso en el que se use agua y/o un gas inorgánico como agente espumante.

Los ejemplos de la sustancia absorbente de agua (c) para su uso en una realización de la presente invención incluyen (i) sustancias inorgánicas solubles en agua, tales como cloruro de sodio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, borato de sodio, borato de calcio, borato de cinc, anhídrido de potasio y sulfato de aluminio y anhídrido de sulfato de aluminio y amonio, (ii) sustancias orgánicas absorbentes de agua como la melamina, ácido isocianúrico y condensado de melamina-ácido isocianúrico, (iii) glicerina, diglicerina, polietilenglicol y similares, (iv) polímeros hidrófilos como los alcoholes grasos C12 a C18 (por ejemplo, pentaeritritol, alcohol cetílico, y alcohol estearílico) y

(v) polímeros hidrófilos, tales como copolímeros de bloques de poliolefina-poliéter. Como alternativa, las sustancias hidrófilas descritas en la publicación internacional PCT N.º WO97/38048 y en la Publicación de la Solicitud de Patente Japonesa Tokukai N.º 10-152574 también pueden usarse como la sustancia absorbente de agua (c). Se pueden usar dos o más de estas sustancias hidrófilas en combinación.

5 Los preferidos de estos son la melamina, glicerina, polietilenglicol y borato de zinc, porque incluso una pequeña cantidad de estas sustancias aumenta fácilmente la proporción de expansión de las partículas expandidas sin perjudicar la uniformidad celular y la capacidad de formación de espuma de las partículas expandidas.

10 La cantidad de la sustancia hidrófila (c) en las partículas de resina de poliolefina de una realización de la presente invención es preferiblemente de 0,01 partes en peso o más y 1 parte en peso o menos, más preferiblemente 0,05 partes en peso o más y 0,7 partes en peso o menos, más preferiblemente 0,1 partes en peso o más y 0,6 partes en peso o menos, con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a).

15 Un estudio realizado por los inventores de la presente invención ha revelado que, en el caso de que las partículas expandidas se produzcan a partir de partículas de resina de poliolefina que contienen una sustancia que imparte repelencia al agua (por ejemplo, organosiloxano) con el uso de agua y/o un gas dióxido de carbono como agente espumante, es necesario aumentar la cantidad de una sustancia hidrófila en las partículas de resina de poliolefina para permitir que las partículas de resina de poliolefina absorban agua. Sin embargo, en el caso de que el producto  
20 (b) se utilice como la sustancia que imparte repelencia al agua como una realización de la presente invención, es posible, al contrario de lo esperado, para mantener la capacidad de formación de espuma durante la producción de partículas expandidas sin tener que aumentar la cantidad de la sustancia hidrófila en las partículas de resina de poliolefina.

25 [1-4. Otros componentes]

Las partículas de resina de poliolefina (en otras palabras, una composición de resina de poliolefina que es una materia prima para las partículas de resina de poliolefina y que contiene los componentes (a), (b) y (c)) contienen preferiblemente un agente de nucleación de expansión que puede convertirse en núcleos de expansión en el  
30 momento de la expansión.

Los ejemplos del agente de nucleación de expansión para su uso en una realización de la presente invención incluyen sílice (dióxido de silicio), silicato, alúmina, tierra de diatomeas, carbonato de calcio, carbonato de magnesio, fosfato de calcio, feldespato, apatita, y sulfato de bario. Los ejemplos de silicato abarcan talco, silicato de magnesio,  
35 caolín, haloisita, dickitas, silicato de aluminio, y zeolita. Estos agentes nucleantes de expansión pueden usarse individualmente o en combinación.

En vista de la uniformidad de los diámetros celulares, la cantidad de agente de nucleación de expansión contenida en las partículas de resina de poliolefina de acuerdo con una realización de la presente invención es preferiblemente  
40 igual o mayor que 0,005 partes en peso e igual o menor que 2 partes en peso, más preferiblemente igual o mayor que 0,01 partes en peso e igual o menor que 1 parte en peso, y aún más preferiblemente igual o mayor que 0,03 partes en peso e igual o menor que 0,5 partes en peso con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a).

45 En una realización de la presente invención, puede usarse un colorante, siempre que los efectos de una realización de la presente invención no se vean afectados. De manera más específica, las partículas de resina de poliolefina de una realización de la presente invención pueden contener un colorante. Los ejemplos del colorante para su uso en una realización de la presente invención incluyen negro de carbón, azul ultramarino, pigmento de cianina, pigmento azo, pigmento de quinacridona amarillo de cadmio, óxido de cromo, óxido de hierro, pigmento de perileno y pigmento  
50 de antraquinona.

La cantidad del colorante contenido en las partículas de resina de poliolefina de acuerdo con una realización de la presente invención es preferiblemente igual o mayor que 0,001 partes en peso e igual o menor que 10 partes en peso, y más preferiblemente igual o mayor que 0,01 partes en peso e igual o menos de 8 partes en peso con  
55 respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a). En un caso en el que el ennegrecimiento se pretende con el uso de negro de carbón, en particular, el colorante es preferiblemente igual o mayor que 1 parte en peso e igual o menor que 10 partes en peso con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a).

60 Las partículas de resina de poliolefina (en otras palabras, una composición de resina de poliolefina que es una materia prima para las partículas de resina de poliolefina y que contiene los componentes (a), (b), y (c)) pueden contener aditivos como un agente antiestático, un retardador de llama, un antioxidante, un fotoestabilizador, un agente cristalino de nucleación, y/o un agente conductor, así como un compuesto hidrófilo, un agente nucleante de expansión, y un colorante. Dicho aditivo puede añadirse directamente a la composición de resina de poliolefina. Como alternativa, es posible (i) preparar un lote maestro añadiendo, a una concentración mayor, el aditivo en otra  
65 resina y luego (ii) añadir la resina de mezcla maestra a la composición de resina de poliolefina. Las resinas preferidas para su uso en la preparación de la resina de mezcla maestra son resinas de poliolefina.

## [2. Método de producción de partículas de resina de poliolefina expandidas y producto moldeado expandido]

En la producción de partículas de resina de poliolefina expandidas de una realización de la presente invención, en primer lugar, se puede realizar una etapa para producir partículas de resina de poliolefina a partir de una resina de material base (esta etapa es una etapa de granulación).

Los ejemplos del método para producir partículas de resina de poliolefina abarcan un método en el que se usa una extrusora. Específicamente, es posible, por ejemplo, que una resina de poliolefina y, según sea necesario, un aditivo (como otra resina, un agente nucleante de expansión, un compuesto hidrófilo y un colorante) se mezclen, para que se obtenga un producto mezclado, (ii) el producto mezclado se introduce en una extrusora y se funde y se amasa, (iii) el producto resultante se extruye a través de un troquel, y luego se deja pasar a través del agua para que se enfríe, y (iv) el producto resultante se corta con el uso de un cortador, de modo que se pueda obtener las partículas de resina de poliolefina en una forma de partícula deseada, tal como una forma de columna, una forma elipsoidal, una forma esférica, una forma cúbica y/o una forma paralelepípeda rectangular. Como alternativa, es posible (i) extrudir directamente el producto mezclado a través de la matriz en agua e inmediatamente cortar el producto resultante en forma de partícula, para que se obtengan partículas, y luego (ii) enfriar las partículas. De este modo, fundiendo y amasando las resinas, las resinas se dan forma de partículas de resina de poliolefina más uniformes.

El peso de cada una de las partículas de resina de poliolefina así obtenidas es preferiblemente de 0,2 mg por partícula o más a 10 mg por partícula o menos, y más preferiblemente de 0,5 mg por partícula o más a 5 mg por partícula o menos. Si el peso de cada una de las partículas de resina de poliolefina es inferior a 0,2 mg por partícula, entonces la manejabilidad tiende a disminuir. Si el peso es superior a 10 mg por partícula, entonces una propiedad de relleno de molde durante una etapa de moldeo de espuma en molde tiende a disminuir.

Las partículas de resina de poliolefina expandidas de acuerdo con una realización de la presente invención pueden producirse a partir de partículas de resina de poliolefina así obtenidas.

Los ejemplos preferibles de un método para producir las partículas de resina de poliolefina expandidas de acuerdo con una realización de la presente invención incluyen un método para producir partículas de resina de poliolefina expandidas llevando a cabo la siguiente etapa de formación de espuma: (i) partículas de resina de poliolefina junto con un gas inorgánico como agente espumante (como el dióxido de carbono, nitrógeno y/o aire) se dispersan en un medio de dispersión acuosa en un recipiente resistente a la presión, (ii) el interior del contenedor resistente a la presión se calienta a una temperatura igual o superior a la temperatura de reblandecimiento de las partículas de resina de poliolefina y se somete a presión, y luego (iii) la temperatura y la presión se mantienen durante un período determinado de tiempo, y posteriormente (iv) la suspensión de dispersión se libera a una región que tiene una presión inferior a la presión interna del recipiente resistente a la presión, de modo que se obtienen las partículas de resina de poliolefina expandidas (en otras palabras, un método para producir partículas de resina de poliolefina expandidas en un sistema de dispersión acuosa). Específicamente,

(1) Las partículas de resina de poliolefina, un medio de dispersión acuosa, y, según sea necesario, un agente dispersante, por ejemplo, se colocan en un recipiente resistente a la presión. Entonces, mientras se agita la mezcla resultante, el interior del recipiente resistente a la presión se aspira según sea necesario. Entonces, se introduce un agente espumante con una presión de 0,5 MPa (presión manométrica) o más a 2 MPa (presión manométrica) o menos en el recipiente resistente a la presión, y luego el interior del recipiente resistente a la presión se calienta a una temperatura igual a o superior a la temperatura de reblandecimiento de la resina de poliolefina. Mediante el calentamiento, la presión interna del recipiente resistente a la presión aumenta a aproximadamente 2 MPa (presión manométrica) o más a 5 MPa (presión manométrica) o menos. En caso necesario, se introduce un agente espumante adicional alrededor de una temperatura de formación de espuma para ajustar la presión de formación de espuma a una presión deseada, la temperatura se ajusta adicionalmente y la temperatura y la presión se mantienen durante un cierto período de tiempo y luego la suspensión de dispersión en el contenedor resistente a la presión se libera en una región que tiene una presión menor que la presión interna del contenedor resistente a la presión, por lo que se obtienen partículas de resina de poliolefina expandidas.

Como otro aspecto preferible, el siguiente aspecto es posible:

(2) Las partículas de resina de poliolefina, un medio de dispersión acuosa, y, según sea necesario, un agente dispersante, por ejemplo, se colocan en un recipiente resistente a la presión. Entonces, mientras se agita la mezcla resultante, el interior del recipiente resistente a la presión se aspira según sea necesario. Entonces, mientras que el interior del contenedor resistente a la presión se calienta a una temperatura igual o superior a la temperatura de reblandecimiento de la resina de poliolefina, se introduce un agente espumante en el recipiente resistente a la presión.

Como otro aspecto más preferible, el siguiente aspecto es posible:

(3) Las partículas de resina de poliolefina, un medio de dispersión acuosa, y, según sea necesario, un agente dispersante, por ejemplo, se colocan en un recipiente resistente a la presión. Entonces, el interior del recipiente resistente a la presión se calienta a una temperatura alrededor de una temperatura de formación de espuma.

Entonces, se introduce además un agente espumante en el contenedor resistente a la presión, y el interior del contenedor resistente a la presión está a la temperatura de formación de espuma. Entonces, la temperatura de formación de espuma se mantiene durante un cierto período de tiempo. Entonces, la suspensión de dispersión en el contenedor resistente a la presión se libera en una región que tiene una presión inferior a la presión interna del contenedor resistente a la presión, de modo que se obtienen partículas de resina de poliolefina expandidas.

Nótese que la relación de expansión se puede ajustar (i) ajustando una velocidad de liberación de presión durante la formación de espuma aumentando la presión interna del recipiente resistente a la presión a través de la inyección de dióxido de carbono, nitrógeno, aire, o una sustancia utilizada como agente espumante, en el contenedor resistente a la presión antes de que la suspensión de dispersión en el contenedor resistente a la presión se libere en la región de baja presión y (ii) controle la presión introduciendo dióxido de carbono, nitrógeno, aire, o una sustancia utilizada como agente espumante, en el contenedor resistente a la presión también, mientras que la suspensión de dispersión en el contenedor resistente a la presión se libera en la región de baja presión.

La relación de expansión de las partículas de resina de poliolefina expandidas de acuerdo con una realización de la presente invención no está particularmente limitada, y es preferiblemente 3 veces o más a 60 veces o menos. Si la relación de expansión de las partículas de resina de poliolefina expandidas es menos de 3 veces, luego las reducciones en peso de un producto moldeado tienden a ser insuficientes. Si la relación de expansión de las partículas de resina de poliolefina expandidas es más de 60 veces, entonces la resistencia mecánica de un producto moldeado tiende a ser poco práctica.

El diámetro celular promedio de las partículas de resina de poliolefina expandidas de acuerdo con una realización de la presente invención es preferiblemente de 80  $\mu\text{m}$  o más y de 500  $\mu\text{m}$  o menos, más preferiblemente 90  $\mu\text{m}$  o más y 360  $\mu\text{m}$  o menos, incluso más preferiblemente 105  $\mu\text{m}$  o más y 330  $\mu\text{m}$  o menos. Si el diámetro celular promedio de las partículas de resina de poliolefina expandidas es inferior a 80  $\mu\text{m}$ , existe una tendencia a que el aspecto superficial del producto moldeado expandido en molde de resina de poliolefina se deteriore y la resistencia a la compresión también disminuya. Si el diámetro celular promedio es más de 500  $\mu\text{m}$ , existe una tendencia a que la uniformidad de los diámetros celulares disminuya y también existe una tendencia a que la apariencia superficial del producto moldeado expandido en molde de resina de poliolefina también se deteriore. Adicionalmente, hay una tendencia que, en el caso de que se pretenda un diámetro de celda promedio de más de 500  $\mu\text{m}$ , La relación de cantidad de calor a alta temperatura (descrita más adelante) debe reducirse. En dicho caso, existe una tendencia a que la resistencia a la compresión del producto moldeado expandido en molde de la resina de polipropileno disminuya.

El diámetro celular promedio de las partículas de resina de poliolefina expandidas se puede controlar mediante, por ejemplo, ajuste de la relación de cantidad de calor a alta temperatura (descrito más adelante). El diámetro promedio de las celdas tiende a ser grande cuando la relación de cantidad de calor a alta temperatura es inferior al 15 % y pequeña cuando la relación de cantidad de calor a alta temperatura es superior al 50 %.

Las partículas de resina de poliolefina expandidas preferidas de una realización de la presente invención son aquellas que tienen, en una curva DSC obtenida por calorimetría diferencial de barrido (DSC) en la que la temperatura se elevó a una velocidad de calentamiento de 10  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , al menos dos picos de fusión y al menos dos cantidades de calor de fusión que son la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja (Ql) y la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura alta (Qh) como se muestra en la Figura 2. Esto se debe a que dichas partículas de resina de poliolefina expandidas pueden procesarse de varias maneras en la etapa de moldeo de formación de espuma en molde y las propiedades físicas del producto expandido resultante mejoran.

Las partículas de resina de poliolefina expandidas que tienen al menos dos picos de fusión pueden obtenerse fácilmente, en el método para producir partículas de resina de poliolefina expandidas en un sistema de dispersión acuosa mencionado anteriormente, ajustando adecuadamente la temperatura dentro del recipiente resistente a la presión durante la formación de espuma a un valor adecuado y manteniendo la temperatura durante un cierto período de tiempo.

Específicamente, en el caso de que el punto de fusión de una resina de poliolefina (resina del material base) sea  $T_m$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) y la temperatura final de fusión de la resina de poliolefina sea  $T_f$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), normalmente, la temperatura dentro del contenedor resistente a la presión durante la formación de espuma es preferiblemente  $T_m-8$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) o superior, más preferiblemente  $T_m-5$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) o superior y  $T_m+4$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) o inferior, incluso más preferiblemente  $T_m-5$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) o superior y  $T_m+3$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) o inferior. Adicionalmente, el período de tiempo durante el cual la temperatura dentro del recipiente resistente a la presión se mantiene para la formación de espuma es preferiblemente de 1 min o más largo y 120 min o más corto, más preferiblemente 5 min o más largo y 60 min o más corto.

Una cantidad total de calor de fusión (Q), una cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja (Ql) y una cantidad de calor de fusión del lado de temperatura alta (Qh) de partículas de resina de poliolefina expandidas de una realización de la presente invención se definen a continuación mediante el uso de la Figura 2. En la curva DSC obtenida (Figura 2), la cantidad total de calor de fusión ( $Q = Q_l + Q_h$ ), que es la suma de la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja (Ql) y la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura alta (Qh), se indica

mediante una parte rodeada por un (i) segmento de línea A-B que se dibuja para conectar una cantidad de absorción de calor (punto A) a una temperatura de 80 °C y una cantidad de absorción de calor (punto B) a una temperatura a la cual la fusión en un lado de alta temperatura termina y (ii) la curva DSC. La cantidad de calor de fusión del lado de la temperatura baja (Ql) se indica mediante una parte rodeada por un segmento de línea A-D, un segmento de línea C-D y la curva DSC, y la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura (Qh) se indica mediante una parte rodeada por un segmento de línea B-D, el segmento de línea C-D y la curva DSC donde (i) un punto C es un punto en el cual la cantidad de absorción de calor entre dos regiones de cantidad de calor en fusión en la curva DSC es la más pequeña, siendo las dos regiones de cantidad de calor de fusión una región de la cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura y una región de la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura y (ii) un punto D es un punto en el cual el segmento de línea A-B interseca una línea que se dibuja con el fin de extender, paralelo a un eje Y, desde el punto C hacia el segmento de línea A-B.

Las partículas de resina de poliolefina expandidas de acuerdo con una realización de la presente invención tienen una relación de la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura (Qh) a la cantidad total de calor de fusión  $[= \{Qh/(Ql+Qh)\} \times 100 (\%)]$  (en lo sucesivo, también denominado "relación de cantidad de calor a alta temperatura"), cuya relación es preferiblemente del 10 % o más al 40 % o menos, más preferiblemente del 12 % o más al 30 % o menos, e incluso más preferiblemente del 15 % o más al 25 % o menos. Si la relación de cantidad de calor a alta temperatura de las partículas de resina de poliolefina expandidas es inferior al 10 %, la resistencia a la compresión del producto moldeado obtenido por moldeo de espuma en molde es baja y la rigidez práctica tiende a disminuir, y el diámetro de celda promedio de las partículas de resina de poliolefina expandidas también tiende a volverse demasiado grande. Si la relación de cantidad de calor a alta temperatura es más del 50 %, existe una tendencia a que la resistencia a la compresión del producto moldeado expandido en molde sea grande, pero el poder de expansión de las partículas de resina de poliolefina expandidas es demasiado bajo y el producto moldeado expandido dentro del molde está pobremente fusionado o se requiere una alta temperatura de moldeo (presión de vapor) para la fusión, y el diámetro celular promedio de las partículas de resina de poliolefina expandidas también tiende a reducirse.

La relación de cantidad de calor a alta temperatura de las partículas de resina de poliolefina expandidas se puede ajustar según corresponda mediante, por ejemplo, (i) un tiempo de retención a la temperatura en el contenedor resistente a la presión (es decir, un tiempo de retención que (a) comienza en un momento en el que las partículas de resina de poliolefina alcanzan una temperatura deseada en el contenedor resistente a la presión y (b) terminan en el momento en el que las partículas de resina de poliolefina hacen espuma, (ii) una temperatura de formación de espuma (que es una temperatura durante la formación de espuma y que puede o no ser idéntica a la temperatura en el recipiente resistente a la presión), (iii) presión de formación de espuma (presión durante la formación de espuma), o similar. En general, una relación de cantidad de calor a alta temperatura o una cantidad de calor en el pico de fusión del lado de alta temperatura tiende a aumentar al extender el tiempo de retención, disminuyendo la temperatura de formación de espuma, o/y disminuyendo la presión de formación de espuma. Debido a estos factores, las condiciones para obtener una relación deseada de cantidad de calor a alta temperatura se pueden encontrar al realizar varios experimentos en los que el tiempo de retención, una temperatura de formación de espuma, o/y una presión de formación de espuma se cambia sistemáticamente. Nótese que la presión de la espuma se puede ajustar ajustando la cantidad de un agente espumante.

En una realización de la presente invención, el contenedor resistente a la presión en el que se dispersan las partículas de resina de poliolefina no se limita a ninguna en particular, siempre que el recipiente resistente a la presión sea capaz de resistir una presión dentro del recipiente y una temperatura dentro del recipiente durante la producción de las partículas expandidas. Los ejemplos de recipientes resistentes a la presión abarcan un recipiente resistente a la presión de tipo autoclave.

Un medio de dispersión acuoso para su uso en una realización de la presente invención es preferiblemente un medio de dispersión compuesto solo de agua. Como alternativa, el medio de dispersión acuoso también puede ser un medio de dispersión acuoso obtenido al añadir metanol, etanol, etilenglicol, glicerina, o similares al agua. En un caso en el que las partículas de resina de poliolefina de una realización de la presente invención contienen un compuesto hidrófilo, el agua en el medio de dispersión acuosa sirve también como agente espumante. Esto contribuye a un aumento en la relación de expansión.

El agente espumante para su uso en una realización de la presente invención es, por ejemplo, un gas inorgánico como el aire, nitrógeno, o dióxido de carbono, y/o agua o similares, porque tienen un pequeño impacto ambiental y no tienen inflamabilidad peligrosa. Estos agentes espumantes se pueden usar de manera individual o se pueden usar dos o más de los mismos en combinación. Los preferidos de estos en vista de la economía y la manejabilidad son el dióxido de carbono y/o el agua.

En una realización de la presente invención, es preferible usar un agente dispersante y/o un agente auxiliar de dispersión en un medio de dispersión acuoso para evitar que las partículas de resina de poliolefina se adhieran entre sí.

Los ejemplos del agente dispersante abarcan agentes de dispersión inorgánicos, tales como fosfato de calcio

terciario, fosfato de magnesio terciario, carbonato de magnesio básico, carbonato de calcio, sulfato de bario, caolín, talco y arcilla. Estos agentes de dispersión inorgánicos se pueden usar individualmente, o dos o más de estos agentes de dispersión inorgánicos se pueden usar en combinación.

- 5 Los ejemplos del agente auxiliar de dispersión abarcan: (i) tensioactivos aniónicos de tipo carboxilato, (ii) tensioactivos aniónicos de tipo sulfonato, tales como sal de ácido alquilsulfónico, sal de sulfonato de n-parafina, alquilbencenosulfonato, sulfonato de naftaleno de alquilo y sulfosuccinato, (iii) tensioactivos aniónicos de tipo éster de sulfato, tales como aceite sulfonado, sal de alquilsulfato, alquil éter sulfato y alquil amida sulfato y (iv) tensioactivos aniónicos de tipo éster fosfato, como alquilsulfato, fosfato de polioxietileno y alquil alil éter sulfato.
- 10 Estos agentes auxiliares de dispersión se pueden usar individualmente o dos o más de estos agentes auxiliares de dispersión se pueden usar en combinación.

- De estos, los siguientes se utilizan preferiblemente en combinación: (i) al menos un agente dispersante seleccionado del grupo que consiste en fosfato de calcio terciario, fosfato de magnesio terciario, sulfato de bario y caolín; y (ii) un agente auxiliar de dispersión que es n-parafina sulfonato de sodio.
- 15

- En una realización de la presente invención, habitualmente es preferible utilizar un medio de dispersión acuosa en una cantidad igual o superior a 100 partes en peso e igual o inferior a 500 partes en peso con respecto a 100 partes en peso de partículas de resina de poliolefina para que la dispersabilidad de las partículas de resina de poliolefina en el medio de dispersión acuosa sea buena. Las cantidades respectivas de agente dispersante y agente auxiliar de dispersión varían, dependiendo de (i) los tipos de agente dispersante y el agente auxiliar de dispersión y (ii) el tipo y la cantidad de partículas de resina de poliolefina utilizadas. Habitualmente, con respecto a 100 partes en peso de partículas de resina de poliolefina, el agente dispersante se usa preferiblemente en una cantidad de 0,2 partes en peso o más de 3 partes en peso o menos, y el agente auxiliar de dispersión se usa preferiblemente en una cantidad de 0,001 partes en peso o más de 0,1 partes en peso o menos.
- 20
- 25

- La etapa de obtener así partículas de resina de poliolefina expandidas a partir de partículas de resina de poliolefina puede denominarse "proceso de expansión de primera etapa" y las partículas de resina de poliolefina expandida así obtenidas pueden denominarse "partículas expandidas de primera etapa".
- 30

- Una relación de expansión de las partículas expandidas del primer paso puede no alcanzar 10 veces, dependiendo de las condiciones de formación de espuma, tales como la temperatura espumante, la presión espumante, y el tipo de agente espumante en la producción. En dicho caso, las partículas de resina de poliolefina expandidas cuya relación de expansión aumenta en comparación con la de las partículas expandidas de la primera etapa se pueden obtener mediante, por ejemplo, (i) la aplicación de una presión interna a las partículas expandidas de la primera etapa por impregnación de gas inorgánico (por ejemplo, aire, nitrógeno, dióxido de carbono) y luego (ii) provocar que las partículas expandidas de la primera etapa entren en contacto con el vapor que tiene una cierta presión.
- 35

- La etapa de espumar adicionalmente las partículas de resina de poliolefina expandidas para obtener partículas de resina de poliolefina expandidas que tienen una alta relación de expansión puede denominarse "proceso de expansión de segunda etapa". Las partículas de resina de poliolefina expandidas obtenidas de este modo a través del proceso de expansión de la segunda etapa pueden denominarse "partículas expandidas de la segunda etapa".
- 40

- En una realización de la presente invención, una presión de vapor en el proceso de expansión de la segunda etapa se ajusta preferiblemente de 0,04 MPa (presión manométrica) o más a 0,25 MPa (presión manométrica) o menos, y más preferiblemente de 0,05 MPa (presión manométrica) o más a 0,15 MPa (presión manométrica) o menos, en vista de la relación de expansión de las partículas expandidas de segunda etapa.
- 45

- Si la presión de vapor en el proceso de expansión de segunda etapa es inferior a 0,04 MPa (presión manométrica), entonces es menos probable que aumente la relación de expansión. Si la presión es más de 0,25 MPa (presión manométrica), luego, las partículas expandidas de segunda etapa que se obtienen tienden a adherirse unas a otras, por lo que resulta imposible utilizar las partículas expandidas de segunda etapa para el posterior moldeo de espuma en molde.
- 50

- Una presión interna de aire para ser impregnada en las partículas expandidas de la primera etapa (i) se hace deseablemente para cambiar según sea apropiado en vista de (a) la relación de expansión de las partículas expandidas de la segunda etapa y (b) la presión del vapor en el proceso de expansión de segunda etapa y (ii) preferiblemente 0,2 MPa o más (presión absoluta) a 0,6 MPa o menos (presión absoluta).
- 55

- Si la presión interna del aire que se impregna en las partículas expandidas de la primera etapa es inferior a 0,2 MPa (presión absoluta), entonces el vapor que tiene una alta presión es necesario para aumentar la relación de expansión, de modo que las partículas expandidas de la segunda etapa tienden a adherirse unas a otras. Si la presión interna del aire que se impregna en las partículas expandidas de la primera etapa es inferior a 0,6 MPa (presión absoluta), luego, las partículas expandidas del segundo paso tienden a convertirse en una espuma de celda abierta. En dicho caso, la rigidez, tal como la resistencia a la compresión, de un producto moldeado expandido en molde tiende a disminuir.
- 60
- 65

Las partículas de resina de poliolefina expandidas de acuerdo con una realización de la presente invención pueden fabricarse en un producto moldeado expandido en molde de resina de poliolefina mediante un método conocido de moldeo por formación de espuma en molde.

5 Los ejemplos de un método de moldeo de espuma en molde incluyen:

- i) un método para (a) someter las partículas de resina de poliolefina expandidas a un tratamiento de presión con el uso de gas inorgánico (por ejemplo, aire, nitrógeno, dióxido de carbono) para que las partículas de resina de poliolefina expandidas, en el que se impregna el gas inorgánico, tiene una cierta presión interna y, posteriormente, (b) rellena un molde con las partículas de resina de poliolefina expandidas y (c) calienta el molde con vapor para que las partículas de resina de poliolefina expandidas se fusionen entre sí,
  - 10 ii) un método para (a) comprimir partículas de resina de poliolefina expandidas por presión de gas, (b) llenar un molde con las partículas de resina de poliolefina expandidas, y (c) calentar el molde con vapor de manera que las partículas de resina de poliolefina expandidas se fusionen entre sí utilizando la fuerza de recuperación de la forma de las partículas de resina de poliolefina expandidas, y
  - 15 iii) un método para (a) rellenar un molde con partículas de resina de poliolefina expandidas sin ningún tratamiento previo particular y (b) calentar el molde con vapor para que las partículas de resina de poliolefina expandidas se fusionen entre sí.
- 20 El producto moldeado expandido en molde de resina de poliolefina así obtenido puede usarse en diversas aplicaciones, tales como aislantes térmicos, materiales de embalaje amortiguadores, envases retornables, materiales interiores del coche (por ejemplo, cajas de herramientas, materiales de núcleo de suelo, y similares), y materiales de núcleo para parachoques de automóviles.
- 25 El producto moldeado expandido de resina de poliolefina obtenido por una realización de la presente invención evita o reduce el molesto sonido de fricción de alta frecuencia cuando los productos moldeados expandidos se frotan entre sí o el producto moldeado expandido se frota contra algún otro producto plástico o producto metálico o similar. En particular, el producto moldeado expandido en molde de resina de poliolefina de una realización de la presente invención evita o reduce el molesto sonido de fricción de alta frecuencia (sonido chirriante) cuando el producto
- 30 moldeado expandido y algún otro producto plástico o metal o similar se frotan entre sí y, por lo tanto, es adecuado para su uso en aplicaciones de materiales interiores de automóviles, envases retornables para componentes eléctricos o electrónicos, y similares. Adicionalmente, el producto moldeado expandido en molde de resina de poliolefina de una realización de la presente invención también es altamente repelente al agua y, por lo tanto, es adecuado para su uso en aplicaciones de recipientes retornables que se deben limpiar y reutilizar, como cajas de
- 35 verduras, y similares.

La presente invención se puede disponer como se indica a continuación.

- <1> Una partícula de resina de poliolefina expandida obtenida expandiendo, utilizando agua y/o un gas inorgánico como un agente espumante, una partícula de resina de poliolefina compuesta por una composición de resina de poliolefina que contiene: un producto (b); y una sustancia absorbente de agua (c). El producto (b) se obtiene por calentamiento y amasado, en una resina de poliolefina (a), una mezcla de una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4).
- 40 <2> La partícula de resina de poliolefina expandida según <1>, en donde la composición de resina de poliolefina contiene, además, un poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d).
- <3> La partícula de resina de polipropileno expandido de acuerdo con <1> o <2>, en donde la resina de poliolefina (a) es una resina de polipropileno.
- <4> La partícula de resina de poliolefina expandida según uno cualquiera de <1> a <3>, en donde la sustancia absorbente de agua (c) es al menos una seleccionada del grupo que consiste en melamina, gliceroles y borato de zinc.
- 50 <5> La partícula de resina de poliolefina expandida según uno cualquiera de <1> a <4>, que contiene el producto (b) en una cantidad de 0,5 partes en peso o más y 15 partes en peso o menos con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a), siendo el producto (b) un producto en el que el poliorganosiloxano se injerta sobre la resina de polipropileno y la cera de polipropileno.
- 55 <6> La partícula de resina de poliolefina expandida según uno cualquiera de <1> a <5>, que contiene la sustancia absorbente de agua (c) en una cantidad de 0,01 partes en peso o más y 1 parte en peso con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a).
- <7> La partícula de resina de poliolefina expandida según uno cualquiera de <2> a <6>, que contiene el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) en una cantidad de 10 partes en peso o más y 60 partes en peso o menos con respecto a 100 partes en peso del producto (b) en el que el poliorganosiloxano se injerta sobre la resina de polipropileno y la cera de polipropileno.
- 60 <8> Un método para producir partículas de resina de poliolefina expandidas que incluye: dispersar partículas de resina de poliolefina junto con un agente espumante en un medio de dispersión acuoso en un recipiente cerrado; calentar un interior del recipiente cerrado a una temperatura igual o superior a la temperatura de reblandecimiento de las partículas de resina de poliolefina y someter el recipiente cerrado a presión; y, en lo
- 65

sucesivo, liberar, a una región que tiene una presión más baja que una presión interna del recipiente cerrado, el medio de dispersión acuoso en el que se dispersan las partículas de resina de poliolefina y el agente espumante, para obtener las partículas de resina de poliolefina expandidas, en donde las partículas de resina de poliolefina expandidas están compuestas por una composición de resina de poliolefina que contiene 0,5 partes en peso o más y 15 partes en peso o menos de un producto (b) obtenido al calentar y amasar una mezcla de una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4), y 0,01 partes en peso o más y 1 parte en peso o menos una sustancia absorbente de agua (c) con respecto a 100 partes en peso de una resina de poliolefina (a), y el agente espumante es agua y/o un gas inorgánico.

## Ejemplos

La siguiente descripción discutirá la presente invención con más detalle con Ejemplos y Ejemplos Comparativos. Nótese, sin embargo, que la presente invención no se limita a estos Ejemplos y Ejemplos Comparativos.

Las sustancias utilizadas en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos se proporcionan a continuación.

<1. Resina de poliolefina (a) (Específicamente, resina de polipropileno)>

Copolímero aleatorio de buteno-etileno-propileno [nombre del producto: E309M, disponible de Prime Polymer Co., Ltd., MI = 10 g/10 min, Tm = 149 °C, contenido de 1-buteno: 3,8 % en peso, contenido de etileno: 0,5 % en peso]

<2. Producto (b) obtenido calentando y amasando la mezcla que contiene resina de polipropileno (1), cera de polipropileno (2), poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y peróxido orgánico (4)>

Muestra A: La muestra A se preparó de la siguiente manera.

Se usó una extrusora de dos tornillos (TEK45 disponible en ONMACHINERY CO., LTD) en la que las temperaturas del cilindro (C1 a C9, H/D) se ajustaron a 80 °C a 200 °C (C1 = 80 °C, C2 = 150 °C, C3 = 160 °C, C4 = 180 °C, C5 a C9 = 200 °C, H/D = 200 °C) y la velocidad de rotación del tornillo a 200 rpm.

Específicamente,

75 partes en peso de Prime Polypro J-105G [homoPP disponible de Prime Polymer Co., Ltd., MFR = 9 g/10 min] como resina de polipropileno (1), 25 partes en peso de Biscol 330-P [disponible de Sanyo Chemical Industries, Ltd., peso molecular: 15000] como una cera de polipropileno (2) y 0,8 partes en peso de 2,5-dimetil-2,5-di-(t-butilperoxi) hexano [disponible de ARKEMA Yoshitomi, Ltd., nombre del producto: LUPEROX 101] como un peróxido orgánico (4) se introdujeron en la extrusora de dos tornillos a través de una abertura de suministro de material, y luego 100 partes en peso de un polidimetilsiloxano con ambos extremos terminados con dimetilvinilsiloxano [nombre del producto: XF40A-1987 disponible en Momentive Performance Materials Japan LLC] como un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio por molécula, se introdujo en la extrusora de dos tornillos a través del cilindro C3 con el uso de una máquina de adición de líquido y luego los materiales en la extrusora de dos tornillos se fundieron y se amasaron para obtener la Muestra A. La tasa de injerto de la Muestra A fue del 90 %.

<3. Muestra que contiene producto (b), que se obtiene calentando y amasando la mezcla que contiene resina de polipropileno (1), cera de polipropileno (2), poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a un átomo de silicio por molécula, y peróxido orgánico (4) y poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d)>

Muestra B: La muestra B se preparó de la siguiente manera.

Se usó una extrusora de dos tornillos (TEK45 disponible en ONMACHINERY CO., LTD) en la que las temperaturas del cilindro (C1 a C9, H/D) se ajustaron a 80 °C a 200 °C (C1 = 80 °C, C2 = 150 °C, C3 = 160 °C, C4 = 180 °C, C5 a C9 = 200 °C, H/D = 200 °C) y la velocidad de rotación del tornillo a 200 rpm. Específicamente, se introdujeron 200,8 partes en peso de la Muestra A en la extrusora de dos tornillos a través de la abertura de alimentación del material, y 50 partes en peso de un polidimetilsiloxano [Nombre del producto: TSF451-50 disponible de Momentive Performance Materials Japan LLC] como poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) se introdujo en la extrusora de dos tornillos a través del cilindro C3 con el uso de una máquina de adición de líquidos, y luego los materiales en el la extrusora de tornillo se fundió y se amasó para obtener la Muestra B. La tasa de injerto de la Muestra B fue del 90 %.

También se usó un producto disponible comercialmente como muestra B. Específicamente, Rikeeido SG-100P [disponible de Riken Vitamin Co., Ltd., el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) está contenido en una cantidad del 10 % en peso] o Rikeeido SG-170P [disponible de Riken Vitamin Co., Ltd., el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) está contenido en una cantidad del 28 % en peso] como muestra B.

<4. Sustancia absorbente de agua (c)>

Polietilenglicol [PEG#300 disponible de Lion Corporation]

5 <5. Agente nucleante de expansión>

Talco [ベーク : 60 Talcan Powder PK-S disponible de Hayashi-Kasei Co., Ltd.]

<6. Polisiloxano>

10 Lote maestro de polisiloxano [disponible de Dow Corning Toray Co., Ltd., nombre del producto: BY-001S; contenido de polisiloxano: 50 % en peso, la resina de material base es homopolipropileno]

Las evaluaciones de los ejemplos y los ejemplos comparativos se realizaron de la siguiente manera.

15 (Medición del punto de fusión  $T_m$  de la resina de polipropileno (o resina del material base))

El punto de fusión  $T_m$  de la resina de polipropileno se midió con el uso de un calorímetro de barrido diferencial DSC (fabricado por Seiko Instruments Inc., modelo: DSC6200). Específicamente, el punto de fusión  $T_m$  se encontró como una temperatura pico de fusión en un segundo aumento de temperatura en una curva DSC obtenida al (i) elevar una temperatura de 5 mg a 6 mg de la resina de polipropileno (partículas de resina de polipropileno) de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min para fundir la resina de polipropileno y luego (ii) bajar la temperatura de 220 °C a 40 °C a una velocidad de enfriamiento de 10 °C/min para cristalizar la resina y luego (iii) elevar la temperatura nuevamente de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min para fundir la resina. (véase la  $T_m$  en la Figura 1).

(Cálculo de la relación de cantidad de calor a alta temperatura de partículas de resina de polipropileno expandido)

Se calculó una relación de cantidad de calor a alta temperatura  $[\{Q_h/(Q_1+Q_h)\} \times 100(\%)]$  basándose en una curva DSC (consúltese la Figura 2) obtenida con el uso de un calorímetro diferencial de barrido (fabricado por Seiko Instruments Inc., modelo: DSC6200) elevando una temperatura de 5 mg a 6 mg de las partículas de resina de polipropileno expandido de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min. Como se muestra en la Figura 2, en la curva DSC obtenida, una cantidad total de calor de fusión ( $Q=Q_1+Q_h$ ), que es la suma de una cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja ( $Q_l$ ) y una cantidad de calor de fusión del lado de temperatura alta ( $Q_h$ ), se indica mediante una parte rodeada por un (i) segmento de línea A-B que se dibuja para conectar una cantidad de absorción de calor (punto A) a una temperatura de 80 °C y una cantidad de absorción de calor (punto B) a una temperatura a la cual la fusión en un lado de alta temperatura termina y (ii) la curva DSC. La cantidad de calor de fusión del lado de la temperatura baja ( $Q_l$ ) se indica mediante una parte rodeada por un segmento de línea A-D, un segmento de línea C-D y la curva DSC, y la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura ( $Q_h$ ) se indica mediante una parte rodeada por un segmento de línea B-D, el segmento de línea C-D y la curva DSC donde (i) un punto C es un punto en el cual la cantidad de absorción de calor entre dos regiones de cantidad de calor en fusión en la curva DSC es la más pequeña, siendo las dos regiones de cantidad de calor de fusión una región de la cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura y una región de la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura y (ii) un punto D es un punto en el cual el segmento de línea A-B interseca una línea que se dibuja con el fin de extender, paralelo a un eje Y, desde el punto C hacia el segmento de línea A-B.

(Relación de expansión de partículas de resina de polipropileno expandido)

Se pesaron aproximadamente 3 g o más a 10 g o menos de las partículas de resina de polipropileno expandido obtenidas y se secaron a 60 °C durante 6 horas y luego se sometieron a acondicionamiento en interiores a 23 °C y a una humedad del 50 %. Entonces, una vez medido el peso  $w$  (g) de las partículas de resina de polipropileno expandido, el volumen  $v$  (cm<sup>3</sup>) de las partículas de resina de polipropileno expandido se midió sumergiendo las partículas resultantes, de modo que se obtuvo una gravedad específica absoluta ( $p_b = w/v$ ) de las partículas de resina de polipropileno expandido. Entonces, basado en una relación de la gravedad específica absoluta a una densidad ( $p_r$ ) de las partículas de resina de polipropileno antes de espumar, se calculó una relación de expansión ( $K = p_r/p_b$ ). Nótese que en cada uno de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos a continuación, la densidad ( $p_r$ ) de las partículas de resina de polipropileno antes de la formación de espuma fue de 0,90 g/cm<sup>3</sup>.

(Densidad aparente de partículas de resina de polipropileno expandido)

60 Las partículas de resina de polipropileno expandido se vertieron suavemente en un recipiente que tenía un volumen de aproximadamente 10 l para llenar el recipiente, y posteriormente se midió el peso de las partículas de resina de polipropileno expandidas en el recipiente, y el peso medido se dividió por el volumen del recipiente. El valor obtenido en g/l se utilizó como densidad aparente.

65

(Diámetro celular promedio de partícula de resina de polipropileno expandido)

Si bien se ejerció precaución para que una membrana de espuma (membrana celular) en una partícula de resina de polipropileno expandida obtenida no se destruyera, la partícula expandida se cortó sustancialmente a través de una parte central, y luego se observó una sección transversal con el uso de un microscopio (fabricado por Keyence Corporation: Microscopio digital VHX). Un segmento de línea, cuya longitud corresponde a 1000  $\mu\text{m}$ , se dibujó en una porción completa de una fotografía capturada por el microscopio para observación, excepto una porción de una capa superficial de la partícula expandida. Entonces, se contó el número (n) de celdas en las que pasa el segmento de línea, de modo que el diámetro de una celda se calculó en  $1000/n$  ( $\mu\text{m}$ ). Dichas operaciones se llevaron a cabo para 10 partículas expandidas, y un valor promedio de los diámetros de celda respectivos de las celdas calculado en las 10 operaciones se consideró como un diámetro de celda promedio de las partículas de resina de polipropileno expandidas.

(Evaluación de moldeabilidad)

Con el uso de una máquina de moldeo de espuma de poliolefina (fabricada por DAISEN Co., Ltd., KD-345), (i) un molde, que permite obtener un producto moldeado expandido en molde con forma de bloque que tiene un tamaño de longitud de 300 mm x ancho 400 mm x grosor 50 mm con un espacio de 5 mm en el molde, se llenó con partículas de resina de polipropileno expandido que se habían preparado con anterioridad para tener una presión de aire interna como se muestra en la Tabla 1 y (ii) las partículas expandidas se moldearon por calor comprimiéndolas en un 10 % en direcciones de grosor. Esto dio como resultado un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno en forma de bloque que tiene un tamaño de longitud de 300 mm x ancho 400 mm x grosor 50 mm. Al hacerlo, en primer lugar, el aire en el molde se purgó mediante el uso de vapor con una presión de 0,1 MPa (presión manométrica) (etapa de precalentamiento), y luego las partículas de resina de polipropileno expandidas se moldearon por calor (etapa de vaporización cruzada, etapa de vaporización cruzada contrariada, etapa de autoclave) mediante el uso de vapor de calefacción que tiene una cierta presión de moldeo. Debería observarse que, en la etapa del autoclave, el producto moldeado expandido en molde se preparó mientras que la presión de moldeo (presión de vapor) se cambió de 0,26 MPa (presión manométrica) en incrementos de 0,01 MPa. Nótese además que la etapa de precalentamiento se realizó durante 3 segundos, la etapa de vaporización cruzada se realizó durante 7 segundos, la etapa de vaporización cruzada se realizó durante 5 segundos y la etapa de autoclave se realizó durante 10 segundos. La resina de polipropileno en el producto moldeado expandido obtenido se (i) se dejó a temperatura ambiente durante 1 hora, (ii) se curó y se secó en una cámara termostática a 75 °C durante 3 horas, y (iii) se sacó y se dejó a temperatura ambiente durante 24 horas. Entonces, se evaluaron la capacidad de fusión y el aspecto de la superficie.

(Capacidad de fusión)

El producto moldeado expandido en molde así obtenido fue (i) entallado por 5 mm en una dirección de grosor con el uso de un cortador y (ii) escindido a mano. Se observó una superficie escindida mediante inspección visual, y se obtuvo un porcentaje de hendiduras en partículas expandidas y no hendiduras en las interfaces de las partículas expandidas. Entonces, la fusibilidad fue juzgada por los siguientes criterios:

E (Excelente): El porcentaje de fisuras en las partículas expandidas fue del 80 % o más.

G (Bien): El porcentaje de fisuras en las partículas expandidas fue del 60 % o más a menos del 80 %.

F (Fallido): El porcentaje de fisuras en las partículas expandidas fue inferior al 60 % (la capacidad de fusión fue tan baja que el porcentaje de fisuras que aparecieron en las interfaces de las partículas expandidas en la superficie dividida fue de más del 40 %). Cabe señalar que la capacidad de fusión en la Tabla 1 se evaluó en un producto moldeado expandido en el molde obtenido bajo la condición de que la presión del autoclave (presión de vapor) fue de 0,30 MPa (presión manométrica). Además, nótese que, en el caso en que se preparó un producto moldeado mientras se cambiaba la presión del autoclave, la presión del autoclave (presión de vapor) a la cual la capacidad de fusión (porcentaje de hendiduras en partículas expandidas) alcanzó por primera vez el 60 % se usó como presión de vapor de calentamiento mínima para el moldeo (presión manométrica).

(Apariencia superficial)

Una superficie que tiene una longitud de 300 mm y una anchura de 400 mm del producto moldeado expandido en molde obtenido se observó mediante inspección visual, y una propiedad de superficie se juzgó según los siguientes criterios:

E (Excelente): Apenas hay espacio entre partículas (espacios entre partículas de resina de polipropileno expandido); no hay desigualdades superficiales notables; no hay arrugas ni encogimientos y, por lo tanto, la superficie es hermosa. G (Bien): Algunos espacios inter-partículas, desnivel superficial, encogimiento, o se observan arrugas.

F (Fallido): Espacios entre partículas, desnivel superficial, contracción o las arrugas son notables en toda la superficie observada.

(Densidad del producto moldeado)

Una pieza de prueba, que tenía un tamaño de longitud 50 mm x ancho 50 mm x grosor 25 mm, se cortó sustancialmente de una parte central del producto moldeado expandido en molde obtenido. Nótese que se eliminó un espesor de aproximadamente 12,5 mm de cada una de las capas de la superficie delantera y trasera del producto moldeado expandido en molde para obtener la pieza de prueba con un espesor de 25 mm. Se midió el peso W (g) de la pieza de prueba y la longitud, el ancho y el grosor de la pieza de prueba se midieron con el uso de un calibrador, de modo que un volumen V (cm<sup>3</sup>) de la pieza de ensayo se calculó. Entonces, La densidad del producto moldeado se obtuvo por P/V. Nótese, sin embargo, que se hizo una conversión para que la unidad fuera g/l.

(Efecto de prevenir el sonido de fricción del producto moldeado expandido)

1) Evaluación del efecto de la prevención del sonido friccional (evaluación del sonido friccional-1)

Una superficie plana de un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno en forma de bloque que tiene un tamaño de longitud 300 mm x ancho 400 mm x grosor 40 mm se puso en contacto con una esquina de otro producto moldeado expandido de resina de polipropileno en forma de bloque preparado por separado, y la esquina se movió hacia atrás y hacia adelante sin separarse de la superficie plana y, por lo tanto, los productos moldeados expandidos de resina de polipropileno se frotaron entre sí. El sonido generado por el roce se verificó en una posición cercana. Se verificó si el sonido de fricción fue generado o no. El sonido fue juzgado por los siguientes criterios.

E (Excelente): No se genera ningún sonido friccional.

G (Bien): Casi no se genera sonido friccional, pero se genera un pequeño sonido de fricción cuando la esquina se mueve varias veces.

P (pobre): El sonido de fricción grande se genera cuando se mueve la esquina.

F (Fallido): Se genera un gran sonido de fricción cuando los productos moldeados expandidos simplemente se ponen en contacto unos con otros.

2) Evaluación del efecto de la prevención del sonido friccional (evaluación del sonido friccional-2)

El efecto continuo de prevenir el sonido de fricción de un producto moldeado expandido se evaluó comprobando el sonido de fricción antes de limpiar el producto moldeado expandido y el sonido de fricción después de limpiar el producto moldeado expandido. Debe notarse, en el presente documento, que se determina que el producto moldeado expandido tiene el efecto continuo de prevenir el sonido de fricción cuando no hay diferencia entre el sonido de fricción antes de la limpieza y después de la limpieza.

La operación de limpieza consistía en limpiar una superficie de un producto moldeado expandido de resina de polipropileno 10 veces con algodón absorbente sumergido en metil etil cetona. La evaluación se realizó de acuerdo con los mismos criterios que los de 1).

(Evaluación del sonido de fricción: evaluación de sonido de fricción mediante el deslizamiento de resina de poliolefina en el producto moldeado expandido en una placa de PP moldeada por inyección)

Una pieza de muestra que tiene un tamaño de longitud de 50 mm x ancho 50 mm x grosor 40 mm se cortó del producto moldeado expandido obtenido para tener una capa de piel en un lado. Cabe señalar que la pieza de muestra se cortó de manera tal que la superficie del producto moldeado expandido, de la cual se cortó la pieza de muestra, se dejó parcialmente como parte de la superficie de la pieza de muestra. La frase "capa superficial" mencionada anteriormente denota una parte de la superficie de la pieza de muestra que solía constituir la superficie del producto moldeado expandido original. Utilizando un comprobador de propiedades de superficie (HEIDON Type14 disponible en Shinto Scientific Co., Ltd.), la pieza de muestra se colocó en el probador de manera tal que la capa de piel de la pieza de muestra estaba en contacto con la parte superior de la placa de PP moldeada por inyección. Se colocó un peso de 0,75 kg sobre la pieza de muestra y la pieza de muestra se dejó reposar en esta condición durante 60 segundos. Después de 60 segundos, la pieza de muestra se movió 5 mm hacia atrás y adelante a 6000 mm/min y, de este modo, el producto moldeado expandido en molde de resina de poliolefina y la placa de PP moldeada por inyección se frotaron entre sí. El sonido de fricción se recogió con un micrófono colocado a 10 cm de distancia del lugar donde se frotaron el producto moldeado y la placa de PP. El sonido recogido se analizó para determinar la frecuencia y el nivel de presión de sonido con el uso de un analizador de tiempo real DSSF3 Light disponible de Yoshimasa Electronic Inc., y se encontró un nivel de presión de sonido promedio (sonido A) a una frecuencia de 8000 Hz después de 60 segundos desde el inicio del roce y un nivel de presión de sonido promedio (sonido B) a una frecuencia de 8000 Hz después de 60 segundos de funcionamiento del probador sin frotar los productos moldeados expandidos. Se usó un valor encontrado usando la siguiente ecuación como presión de sonido de fricción. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Presión de sonido de fricción (dB) = sonido A (dB) - sonido B (dB) ... Ecuación

(Evaluación de la repelencia al agua)

1) Evaluación de la repelencia al agua (ángulo de contacto-1)

5 La repelencia al agua se evaluó sobre la base de un ángulo de contacto en una superficie del producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno obtenido, medido por un método de  $\theta/2$  con el uso de un medidor de ángulo de contacto [modelo: CA-X disponible de Kyowa Interface Science Co., LTD.]. Se realizó una comparación entre el ángulo de contacto en la superficie del producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno obtenido y el ángulo de contacto en un producto moldeado de composición de resina de poliolefina que no contiene un modificador de superficie (Ejemplo comparativo 1) y se evaluó el efecto de la repelencia al agua. Debe notarse, en el presente documento, que un mayor ángulo de contacto significa mejor repelencia al agua. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

2) Evaluación de la repelencia al agua continua (ángulo de contacto-2)

15 La repelencia al agua continua se evaluó midiendo el ángulo de contacto antes de la operación de limpieza y después de la operación de limpieza y haciendo una comparación entre los valores de los ángulos de contacto. Debe notarse, en el presente documento, que se determina que el producto moldeado tiene una repelencia al agua continua cuando no hay diferencia entre los ángulos de contacto antes y después de la operación de limpieza. La operación de limpieza consistía en limpiar una superficie de un producto moldeado de composición de resina de polipropileno 10 veces con algodón absorbente sumergido en metil etil cetona. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(50 % de resistencia a la compresión estática)

25 Se cortó una pieza de ensayo con un tamaño de longitud de 50 mm x ancho 50 mm x grosor 25 mm a partir de un producto moldeado expandido obtenido con el uso de un molde en forma de bloque, y, con el uso de una máquina de prueba de tensión y compresión [disponible de Minebea, Serie TG], una tensión de compresión de la pieza de prueba cuando la pieza de prueba se comprimió en un 50 % a una velocidad de 10 mm/min se midió de acuerdo con NDS Z 0504. Cabe señalar que el esfuerzo de compresión de la pieza de prueba cuando la pieza de prueba está comprimida en un 50 % es una medida de la rigidez del producto moldeado expandido en molde. Los resultados de las mediciones se muestran en la Tabla 1 como valores de cuando la densidad del producto moldeado es de 30 g/l.

(Ejemplos 1 a 14)

35 [Producción de partículas de resina de polipropileno]

Las resinas de polipropileno y los aditivos se mezclaron en las cantidades que se muestran en la Tabla 1 con el uso de un mezclador. Cada una de las mezclas obtenidas se fundió y se amasó a una temperatura de resina de 220 °C y se extruyó en forma de hebra con el uso de un extrusor de doble tornillo (fabricado por ON Machinery Co., Ltd., TEK45). La hebra así extruida se enfrió con agua en un tanque de agua con una longitud de 2 m, y luego se cortó. Esto dio lugar a partículas de resina de polipropileno (1,2 mg por partícula).

[Producción de partículas expandidas de primera etapa]

45 100 partes en peso de las partículas de resina de polipropileno obtenidas, 200 partes en peso de agua, 1,2 partes en peso de fosfato de calcio tribásico básico en polvo como agente dispersante, 0,07 partes en peso de sulfonato sódico de n-parafina como agente auxiliar de dispersión, y una cantidad mostrada en la Tabla 1 de dióxido de carbono como agente espumante se colocaron en un recipiente resistente a la presión de 10 l. Mientras se agitaba la mezcla, la temperatura de la mezcla se elevó a una temperatura de formación de espuma mostrada en una parte correspondiente en la Tabla 1 y la mezcla se retuvo durante 10 min. Entonces, se inyectó dióxido de carbono adicionalmente en el recipiente resistente a la presión, de modo que la presión de formación de espuma se ajustó a un valor que se muestra en una parte correspondiente en la Tabla 1. Entonces, La presión de formación de espuma se mantuvo durante 20 min. Entonces, se abrió una válvula en una parte inferior del contenedor resistente a la presión mientras se inyectaba dióxido de carbono en el contenedor resistente a la presión, de manera que se mantuvieron la temperatura y la presión en el contenedor resistente a la presión. Se liberó un medio de dispersión acuoso de la válvula al aire a presión atmosférica a través de una placa de orificio con un diámetro de apertura de 3,6 mm, de modo que se obtuvieron partículas de resina de polipropileno expandido (partículas expandidas de primera etapa). La cantidad total de calor de fusión, la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura, la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja, la relación de cantidad de calor de alta temperatura, la relación de expansión, la densidad aparente y el diámetro celular de las partículas expandidas del primer paso así obtenidas se midieron. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

[Producción de producto moldeado expandido en molde]

65 Las partículas de resina de polipropileno expandido (partículas expandidas de primera etapa) se introdujeron en un

recipiente resistente a la presión. Entonces, El aire presurizado se impregnó de modo que la presión interna de las partículas expandidas se ajustó por adelantado como se muestra en una parte correspondiente de la Tabla 1. Entonces, (i) un molde, que permite obtener un producto moldeado expandido en molde con forma de bloque que tiene un tamaño de longitud de 300 mm x ancho 400 mm x grosor 40 mm, se llenó con las partículas de resina de polipropileno expandido (partículas expandidas de primera etapa) mientras que el agrietamiento fue de 4 mm, cuyas partículas de resina de polipropileno expandidas tenían la presión interna ajustada y (ii) las partículas expandidas se moldearon por calor comprimiéndolas en un 10 % en dirección de grosor. Esto dio como resultado un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno en forma de bloque que tiene un tamaño de longitud de 300 mm x ancho 400 mm x grosor 40 mm. Al hacerlo, después de que el molde se llenara con las partículas de resina de polipropileno expandido que tenían la presión interna ajustada y el molde se cerró completamente, en primer lugar, el aire en el molde se purgó con vapor de 0,1 MPa (presión de medición) (etapa de precalentamiento) y, posteriormente, las partículas se moldearon por calor (etapa de vaporización cruzada), etapa de vaporización en contra, y paso en autoclave) con vapor de calentamiento de una cierta presión de moldeo, de tal manera que se obtuvo un producto moldeado expandido en molde. Nótese que el producto moldeado expandido en molde se preparó mientras que la presión de moldeo (presión de vapor) se cambió de 0,26 MPa en incrementos de 0,01 MPa en la etapa de autoclave. Nótese además que (i) la etapa de precalentamiento se llevó a cabo durante 3 segundos, (ii) la etapa de vaporización cruzada se llevó a cabo durante 7 segundos, (iii) la etapa de vaporización cruzada se realizó durante 5 segundos, y (iv) el paso de autoclave se llevó a cabo durante 10 segundos. El producto moldeado obtenido se evaluó para determinar su moldeabilidad y se midió su densidad, el sonido de fricción, la presión de sonido de fricción, el ángulo de contacto y la resistencia a la compresión restringida al 50 %. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

[Tabla 1]

|                                       |                                  |                                                      | Ejemplos       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                       |                                  |                                                      | 1              | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| Partículas de resina de polipropileno | Resina (a)                       | Polipropileno                                        | partes en peso | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                       | Producto (b)                     | Muestra A                                            | partes en peso | 2   | 5   | 10  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
|                                       | Producto (b) + Componente (d)    | Muestra B disponible en el mercado (Rikeido SG-100P) | partes en peso | 0   | 0   | 0   | 2   | 5   | 10  | 5   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
|                                       |                                  | Muestra B disponible en el mercado (Rikeido SG-170P) | partes en peso | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 5   | 10  | 0   | 0   | 0   |
|                                       | Sustancia absorbente de agua (c) | Muestra B                                            | partes en peso | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 5   |
|                                       |                                  | Polietilenglicol                                     | partes en peso | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
|                                       | Agente nucleante de expansión    | Talco                                                | partes en peso | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
|                                       | Polisiloxano                     | BY27-001S                                            | partes en peso | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

| (continuación)                        |                                                          |                |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       |                                                          |                | Ejemplos |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1                                                        | 2              | 3        | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
| Partículas de polipropileno expandido | Cantidad inicial de dióxido de carbono                   | partes en peso | 5,8      | 5,8   | 5,8   | 5,8   | 5,8   | 5,8   | 5,8   | 5,0   | 5,4   | 5,8   | 5,8   | 5,8   |
|                                       | Cantidad inicial de isobutano                            | partes en peso | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                       | Temperatura de formación de espuma                       | °C             | 149,0    | 149,0 | 149,0 | 149,0 | 148,7 | 148,9 | 148,9 | 149,3 | 149,2 | 149,0 | 148,9 | 149,0 |
|                                       | Presión espumante (presión manométrica)                  | MPa            | 2,75     | 2,70  | 2,70  | 2,70  | 3,00  | 2,80  | 2,70  | 2,50  | 2,60  | 2,70  | 2,70  | 2,50  |
|                                       | Cantidad total de calor de fusión                        | J/g            | 89,0     | 84,0  | 84,0  | 85,5  | 86,2  | 90,3  | 89,0  | 85,5  | 84,7  | 89,0  | 85,0  | 84,0  |
|                                       | Cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura | J/g            | 16,6     | 16,5  | 16,7  | 16,7  | 16,0  | 17,1  | 18,1  | 17,1  | 17,1  | 14,3  | 17,0  | 17,3  |
|                                       | Cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja | J/g            | 72,0     | 71,0  | 70,0  | 72,5  | 70,0  | 68,0  | 73,2  | 71,3  | 68,4  | 70,4  | 69,0  | 68,0  |
|                                       | Relación de cantidad de calor de alta temperatura        | %              | 18,7     | 19,6  | 19,9  | 18,7  | 18,6  | 18,9  | 20,3  | 20,0  | 16,9  | 19,1  | 20,4  | 19,6  |
|                                       | Relación de expansión                                    | veces          | 22,0     | 20,0  | 20,0  | 22,1  | 21,0  | 17,2  | 19,5  | 20,5  | 23,3  | 19,0  | 19,5  | 21,0  |
|                                       | Densidad aparente                                        | g/l            | 25,0     | 26,9  | 27,0  | 24,9  | 26,0  | 26,7  | 28,2  | 27,2  | 23,2  | 28,5  | 28,2  | 26,0  |
|                                       | Diámetro de la celda                                     | µm             | 95       | 104   | 145   | 90    | 90    | 98    | 123   | 163   | 170   | 105   | 123   | 180   |

| (continuación)                                        |                                                  |                                                                                  |          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                                                       |                                                  |                                                                                  | Ejemplos |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                                                       |                                                  |                                                                                  | 1        | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |      |  |
| Producto de polipropileno en molde moldeado expandido | Condiciones para la formación de espuma en molde | Presión interna de partículas expandidas (presión absoluta)                      | MPa      | 0,21 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |  |
|                                                       |                                                  | Presión de vapor de calentamiento mínima para el moldeado (presión manométrica)  | MPa      | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,26 | 0,28 | 0,28 | 0,28 |  |
|                                                       |                                                  | Capacidad de fusión del producto moldeado                                        | -        | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    |  |
|                                                       |                                                  | Aspecto superficial del producto moldeado                                        | -        | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    |  |
|                                                       | Evaluaciones de propiedades físicas              | Densidad del producto moldeado                                                   | g/l      | 30,0 | 32,4 | 32,5 | 30,0 | 32,4 | 32,4 | 31,0 | 30,8 | 34,1 | 32,5 | 27,8 | 34,3 | 34,1 | 31,0 |  |
|                                                       |                                                  | Evaluación de sonido de fricción -1                                              | -        | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    |  |
|                                                       |                                                  | Evaluación del sonido de fricción - 2 (después de limpiar con metil etil cetona) | -        | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    |  |
|                                                       |                                                  | Presión de sonido de fricción                                                    | dB       | 23   | 23   | 20   | 24   | 22   | 19   | 22   | 24   | 22   | 19   | 19   | 23   | 22   | 19   |  |
|                                                       |                                                  | Ángulo de contacto-1                                                             | °        | 101  | 101  | 102  | 101  | 101  | 102  | 101  | 104  | 108  | 108  | 103  | 106  | 106  |      |  |

(continuación)

|  |                                                                                     | Ejemplos |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  |                                                                                     | 1        | 2     | 3     | 4     | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|  | Ángulo de contacto 2 (después de limpiar con metil etil cetona)                     | 100      | 101   | 102   | 101   | 101  | 102   | 101   | 104   | 107   | 108   | 108   | 103   | 106   | 106   |
|  | Resistencia a la compresión (cuando la densidad del producto moldeado es de 30 g/l) | MPa      | 0,278 | 0,277 | 0,274 | 0,28 | 0,274 | 0,274 | 0,275 | 0,278 | 0,264 | 0,244 | 0,245 | 0,265 | 0,244 |

(Ejemplos comparativos 1 a 7)

[Preparación de partículas de resina de polipropileno]

- 5 Se realizaron las mismas operaciones que en los Ejemplos, excepto que las cantidades de la resina de polipropileno y los aditivos fueron las que se muestran en la Tabla 2. De esta manera, se obtuvieron partículas de resina de polipropileno.

[Preparación de partículas expandidas de primera etapa]

- 10 Se realizaron las mismas operaciones que en los Ejemplos, excepto que las cantidades añadidas de dióxido de carbono, la temperatura de formación de espuma y la presión de formación de espuma se cambiaron como se muestra en la Tabla 2. De esta manera, se obtuvieron partículas de resina de polipropileno expandido (partículas expandidas de primera etapa).

- 15 Las partículas expandidas de primera etapa obtenidas se midieron para la cantidad total de calor de fusión, la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura, la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja, la relación de cantidad de calor de alta temperatura, la relación de expansión, la densidad aparente y el diámetro de celda. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

20 [Preparación de partículas expandidas de segunda etapa]

- 25 Las partículas expandidas de la segunda etapa se prepararon solo en el Ejemplo Comparativo 7. Las partículas expandidas de la primera etapa obtenidas se secaron a 80 °C durante 6 horas y, posteriormente, las partículas se impregnaron con aire presurizado en un recipiente resistente a la presión, de modo que la presión interna era de 0,28 MPa (presión absoluta), y luego se llevaron a contacto con vapor a 0,08 MPa (presión manométrica), de tal manera que las partículas se sometieron a la expansión de segunda etapa. Las partículas expandidas de segunda etapa obtenidas se midieron para la cantidad total de calor de fusión, la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura, la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja, la relación de cantidad de calor de alta temperatura, la relación de expansión, la densidad aparente y el diámetro de celda. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

[Preparación de producto moldeado expandido en molde]

- 35 Se realizaron las mismas operaciones que en los Ejemplos, excepto que las partículas expandidas de la primera etapa o las partículas expandidas de la segunda etapa se vertieron en un recipiente resistente a la presión y la presión interna de las partículas expandidas se cambió como se muestra en la Tabla 2. De esta manera, Se obtuvo un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno. El producto moldeado obtenido se evaluó para determinar su moldeabilidad y se midió su densidad, el sonido de fricción, la presión de sonido de fricción, el ángulo de contacto y la resistencia a la compresión restringida al 50 %. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

(Ejemplo comparativo 8)

[Preparación de partículas de resina de polipropileno]

- 45 100 partes en peso de una resina de polipropileno (a), 0,03 partes en peso de talco como agente de nucleación de expansión y 10 partes en peso de lote maestro de polisiloxano se mezclaron con el uso de un mezclador. La mezcla obtenida se fundió y se amasó a una temperatura de resina de 220 °C y se extruyó en forma de hebra con el uso de un extrusor de doble tornillo (fabricado por ON Machinery Co., Ltd., TEK45). La hebra así extruida se enfrió con agua en un tanque de agua con una longitud de 2 m, y luego se cortó. Esto dio lugar a partículas de resina de polipropileno (1,2 mg por partícula).

[Producción de partículas expandidas de primera etapa]

- 55 100 partes en peso de las partículas de resina de polipropileno obtenidas, 300 partes en peso de agua, 1,5 partes en peso de fosfato de calcio tribásico básico en polvo como agente dispersante, 0,05 partes en peso de sulfonato sódico de n-parafina y una cantidad que se muestra en la Tabla 2 de isobutano como agente espumante se colocaron en un recipiente resistente a la presión de 10 l. Mientras se agitaba la mezcla resultante, la temperatura de la mezcla se elevó a una temperatura de formación de espuma mostrada en una parte correspondiente en la Tabla 2 y la mezcla se retuvo durante 10 min. Entonces, se inyectó isobutano adicionalmente en el recipiente resistente a la presión, de modo que la presión de formación de espuma se ajustó a un valor que se muestra en una parte correspondiente en la Tabla 2. Entonces, La presión de formación de espuma se mantuvo durante 30 min. Entonces, se abrió una válvula en una parte inferior del contenedor resistente a la presión mientras se inyectaba nitrógeno en el contenedor resistente a la presión, de manera que se mantuvieron la temperatura y la presión en el contenedor resistente a la presión. Se liberó un medio de dispersión acuoso de la válvula al aire a presión atmosférica a través de una placa de orificio con un diámetro de apertura de 4,0 mm, de modo que se obtuvieron partículas de resina de

5 polipropileno expandido (partículas expandidas de primera etapa). Las partículas expandidas de primera etapa obtenidas se midieron para la cantidad total de calor de fusión, la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura, la cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja, la relación de cantidad de calor de alta temperatura, la relación de expansión, la densidad aparente y el diámetro de celda. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

[Preparación de producto moldeado expandido en molde]

10 Se realizaron las mismas operaciones que en los Ejemplos para lograr el moldeo de espuma en molde. El producto moldeado obtenido se evaluó para determinar su moldeabilidad y se midió su densidad, el sonido de fricción, la presión de sonido de fricción, el ángulo de contacto y la resistencia a la compresión restringida al 50 %. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

15

[Tabla 2]

|                                                       |                                             |                                                                                 |                                        |                | Ejemplos comparativos |       |       |       |       |       |      |       |      |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
|                                                       |                                             |                                                                                 |                                        |                | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7 *  | 8     |      |
| Partículas de resina de polipropileno                 | Resina (a)                                  | Polipropileno                                                                   | partes en peso                         |                | 100                   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100  | 100   |      |
|                                                       | Producto (b)                                | Muestra A                                                                       | partes en peso                         |                | 0                     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |      |
|                                                       | Producto (b) + Componente (d)               | Muestra B disponible en el mercado (Rikeeido SG-1 OOP)                          | partes en peso                         |                | 0                     | 5     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |      |
|                                                       |                                             | Muestra B disponible en el mercado (Rikeeido SG-170P)                           | partes en peso                         |                | 0                     | 0     | 5     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |      |
|                                                       |                                             | Muestra B                                                                       | partes en peso                         |                | 0                     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |      |
|                                                       | Sustancia absorbente de agua (c)            | Poliethylenglicol                                                               | partes en peso                         |                | 0,5                   | 0     | 0     | 0,5   | 3     | 0,5   | 0,5  | 0     |      |
|                                                       | Agente nucleante de expansión               | Talco                                                                           | partes en peso                         |                | 0,1                   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1  | 0,03  |      |
|                                                       | Polisiloxano                                | BY27-001 S                                                                      | partes en peso                         |                | 0                     | 0     | 0     | 3     | 3     | 10    | 10   | 10    |      |
|                                                       | Partículas de polipropileno expandido       | Condiciones de formación de espuma                                              | Cantidad inicial de dióxido de carbono | partes en peso |                       | 5,83  | 5,83  | 5,83  | 5,83  | 5,83  | 5,83 | -     | -    |
|                                                       |                                             |                                                                                 | Cantidad inicial de isobutano          | partes en peso |                       | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | 14,0 |
| Temperatura de formación de espuma                    |                                             |                                                                                 | °C                                     |                | 148,9                 | 148,9 | 148,9 | 148,9 | 149,1 | 148,9 | -    | 143,5 |      |
| Presión espumante (presión manométrica)               |                                             |                                                                                 | MPa                                    |                | 2,80                  | 2,80  | 2,80  | 2,80  | 2,40  | 2,80  | -    | 1,80  |      |
| Calidad                                               |                                             | Cantidad total de calor de fusión                                               | J/g                                    |                | 92,0                  | 88,5  | 88,0  | 90,0  | 89,0  | 88,0  | 87,4 | 85,0  |      |
|                                                       |                                             | Cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura                        | J/g                                    |                | 18,0                  | 17,0  | 16,0  | 17,0  | 16,5  | 16,0  | 15,0 | 16,0  |      |
|                                                       |                                             | Cantidad de calor de fusión del lado de temperatura baja                        | J/g                                    |                | 73,0                  | 72,0  | 71,0  | 72,0  | 72,0  | 71,5  | 71,0 | 71,0  |      |
|                                                       |                                             | Proporción de la cantidad de calor en la temperatura                            | %                                      |                | 19,6                  | 19,2  | 18,2  | 18,9  | 18,5  | 18,2  | 17,2 | 18,8  |      |
|                                                       |                                             | Relación de expansión                                                           | veces                                  |                | 19,1                  | 9,0   | 11,0  | 15,0  | 18,0  | 10,2  | 20,0 | 19,5  |      |
|                                                       |                                             | Densidad aparente                                                               | g/l                                    |                | 26,7                  | 57,0  | 45,0  | 34,0  | 30,0  | 51,0  | 27,0 | 27,5  |      |
| Producto de polipropileno en molde moldeado expandido | Condiciones la formación de espuma en molde | Diámetro de la celda                                                            | µm                                     |                | 105                   | 130   | 125   | 120   | 165   | 110   | 138  | 220   |      |
|                                                       |                                             | Presión interna de partículas expandidas (presión absoluta)                     | MPa                                    |                | 0,21                  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,21  | 0,20  | 0,20 | 0,20  |      |
|                                                       |                                             | Presión de vapor de calentamiento mínima para el moldeado (presión manométrica) | MPa                                    |                | 0,28                  | 0,28  | 0,28  | 0,30  | 0,30  | 0,34  | 0,32 | 0,34  |      |
|                                                       |                                             | Capacidad de fusión del producto moldeado                                       | -                                      |                | E                     | E     | E     | E     | G     | F     | F    | F     |      |
|                                                       |                                             | Aspecto superficial del producto moldeado                                       | -                                      |                | E                     | E     | E     | E     | G     | G     | G    | G     |      |
|                                                       | Evaluaciones de propiedades físicas         | Densidad del producto moldeado                                                  | g/l                                    |                | 31,0                  | 69,0  | 67,0  | 39,5  | 35,0  | 55,0  | 32,0 | 32,0  |      |

(continuación)

|                                                                                          |                                                                                  | Ejemplos comparativos |        |        |        |        |        |        |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                                                                                          |                                                                                  | 1                     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7 *1   | 8     |
|                                                                                          | Evaluación de sonido de fricción -1                                              | P                     | E      | E      | E      | E      | E      | E      | E     |
|                                                                                          | Evaluación del sonido de fricción - 2 (después de limpiar con metil etil cetona) | P                     | E      | E      | P      | P      | P      | P      | P     |
|                                                                                          | Presión de sonido de fricción                                                    | 40                    | 21     | 20     | 25     | 25     | 23     | 23     | 23    |
|                                                                                          | Ángulo de contacto-1                                                             | 96                    | 101    | 108    | 106    | 106    | 107    | 107    | 107   |
|                                                                                          | Ángulo de contacto 2 (después de limpiar con metil etil cetona)                  | 96                    | 101    | 108    | 97     | 97     | 98     | 98     | 98    |
| Resistencia a la compresión (cuando la densidad del producto moldeado es de 30 g/l)      |                                                                                  | 0,2880                | 0,2650 | 0,2750 | 0,2600 | 0,2400 | 0,2500 | 0,2400 | 0,230 |
| 1: Las partículas expandidas de segunda etapa se prepararon en el Ejemplo comparativo 7. |                                                                                  |                       |        |        |        |        |        |        |       |

**Aplicabilidad industrial**

5 La presente invención es adecuada para su uso en aplicaciones de materiales interiores de automóviles, envases retornables para componentes eléctricos o electrónicos, y similares. Adicionalmente, un producto moldeado preparado a partir de partículas de resina de poliolefina expandidas de una realización de la presente invención también es altamente repelente al agua y, por lo tanto, la presente invención también es adecuada para su uso en aplicaciones de recipientes retornables que deben ser recortados y reutilizados (por ejemplo, recipientes retornables para alimentos) y similares.

## REIVINDICACIONES

1. Una partícula de resina de poliolefina expandida obtenida expandiendo, utilizando agua y/o un gas inorgánico como un agente espumante, una partícula de resina de poliolefina que contiene:

una resina de poliolefina (a);

un producto (b) obtenido al calentar y amasar una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4); y

una sustancia absorbente de agua (c).

2. La partícula de resina de poliolefina expandida según la reivindicación 1, en donde la partícula de resina de poliolefina contiene, además, un poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d).

3. La partícula de resina de poliolefina expandida según la reivindicación 1 o 2, en donde la resina de poliolefina (a) es una resina de polipropileno.

4. La partícula de resina de poliolefina expandida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la sustancia absorbente de agua (c) es al menos una seleccionada del grupo que consiste en melamina, glicerina, diglicerina, polietilenglicol y borato de zinc.

5. La partícula de resina de poliolefina expandida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la partícula de resina de poliolefina contiene el producto (b) en una cantidad de 0,5 partes en peso o más y 15 partes en peso o menos con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a), siendo el producto (b) un producto en el que el poliorganosiloxano (3) se injerta sobre la resina de polipropileno (1) y la cera de polipropileno (2).

6. La partícula de resina de poliolefina expandida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la partícula de resina de poliolefina contiene la sustancia absorbente de agua (c) en una cantidad de 0,01 partes en peso o más y 1 parte en peso o menos con respecto a 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a).

7. La partícula de resina de poliolefina expandida según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde la partícula de resina de poliolefina contiene el poliorganosiloxano no polimerizable por radicales (d) en una cantidad de 10 partes en peso o más y 60 partes en peso o menos con respecto a 100 partes en peso del producto (b) en el que el poliorganosiloxano (3) se injerta sobre la resina de polipropileno (1) y la cera de polipropileno (2).

8. Un método para producir partículas de resina de poliolefina expandidas que comprende: dispersar partículas de resina de poliolefina junto con un agente espumante en un medio de dispersión acuoso en un recipiente cerrado; calentar un interior del recipiente cerrado a una temperatura igual o superior a la temperatura de reblandecimiento de las partículas de resina de poliolefina y someter el recipiente cerrado a presión; y, en lo sucesivo, liberar, a una región que tiene una presión más baja que una presión interna del recipiente cerrado, el medio de dispersión acuoso en el que se dispersan las partículas de resina de poliolefina y el agente espumante, para obtener las partículas de resina de poliolefina expandidas,

en donde las partículas de resina de poliolefina contienen una resina de poliolefina (a), un producto (b) obtenido al calentar y amasar una mezcla que contiene una resina de polipropileno (1), una cera de polipropileno (2), un poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y un peróxido orgánico (4), y una sustancia absorbente de agua (c), y el agente espumante es agua y/o un gas inorgánico.

9. El método según la reivindicación 8, en donde las partículas de resina de poliolefina contienen 100 partes en peso de la resina de poliolefina (a), 0,5 partes en peso o más y 15 partes en peso o menos del producto (b), que se obtiene calentando y amasando la mezcla que contiene la resina de polipropileno (1), la cera de polipropileno (2), el poliorganosiloxano (3), que contiene al menos un grupo funcional polimerizable por radicales unido a átomos de silicio por molécula, y el peróxido orgánico (4), y 0,01 partes en peso o más y 1 parte en peso o menos de la sustancia absorbente de agua (c).

FIG. 1

FIG. 1 CURVA DE DSC DE LA RESINA DE POLIPROPILENO

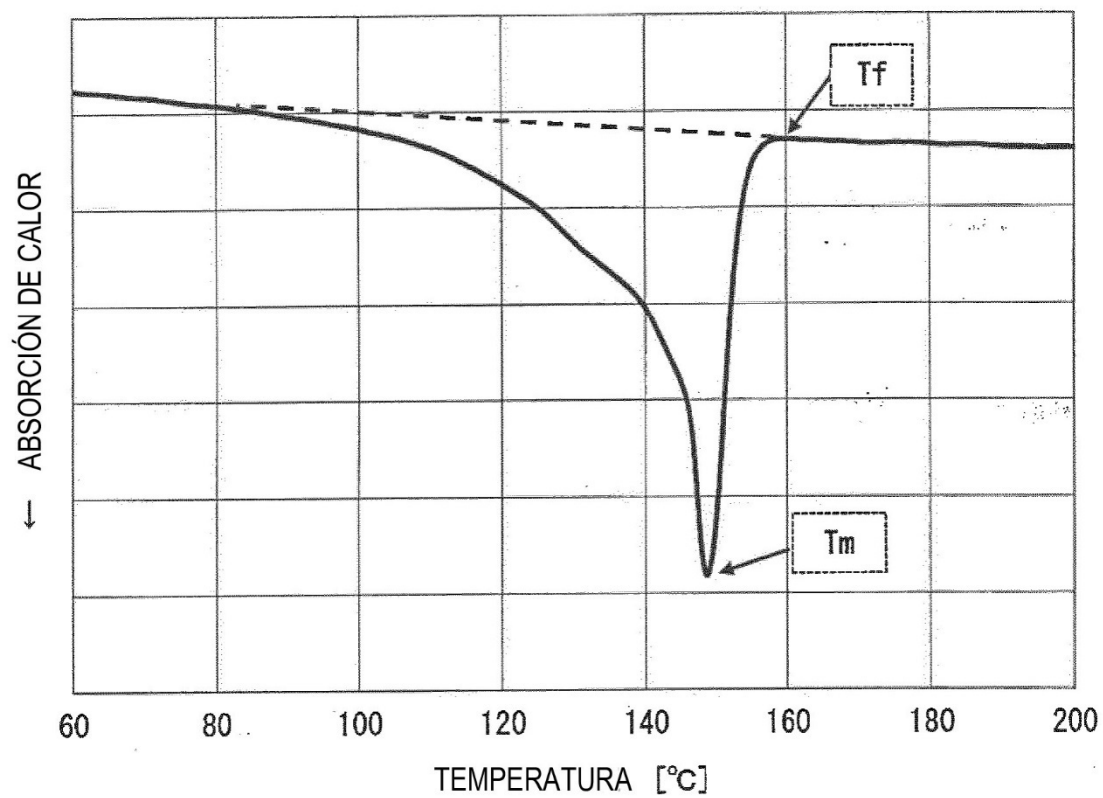


FIG. 2

FIG. 2 CURVA DE DSC DE LAS PARTÍCULAS DE RESINA DE POLIPROPILENO EXPANDIDAS

