

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 495**

51 Int. Cl.:

**C08J 9/18** (2006.01)  
**C08L 23/12** (2006.01)  
**C08L 23/10** (2006.01)  
**C08J 9/00** (2006.01)  
**C08J 9/232** (2006.01)  
**C08J 9/12** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2015** **PCT/JP2015/084793**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016** **WO16098698**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2015** **E 15869903 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019** **EP 3235860**

54 Título: **Partículas espumadas de resina de polipropileno**

30 Prioridad:

**17.12.2014 JP 2014254902**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**19.02.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MIURA, SHINTARO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 743 495 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 espumadas de resina de polipropileno

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a partículas de resina de polipropileno expandido obtenidas de resinas de polipropileno y una resina de polietileno.

## 10 Antecedentes de la técnica

Un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno, que se obtiene con el uso de partículas de resina de polipropileno expandido obtenidas de una resina de polipropileno, tiene características tales como ser fácilmente moldeable, ligero, y aislante del calor, que son ventajas de un producto moldeado expandido en molde. En comparación con un producto moldeado expandido en molde de resina de poliestireno que se obtiene con el uso de partículas de resina de poliestireno expandido, un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno es superior en términos de resistencia química, resistencia al calor, tasa de recuperación del alargamiento después de la compresión, y lo similar. En comparación con un producto moldeado expandido en molde de resina de polietileno que se obtiene con el uso de partículas de resina de polietileno expandida, un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno es superior en términos de precisión de dimensiones, resistencia al calor, resistencia a la compresión, y lo similar. Debido a estas características, un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno se usa para una amplia gama de usos tales como no solo materiales interiores de automóviles y materiales de núcleo de parachoques de automóviles, sino, además, como materiales aislantes térmicos, materiales de embalaje que absorben los golpes, y contenedores retornables.

Como se describió anteriormente, un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno es superior a un producto moldeado expandido en molde de resina de polietileno en términos de resistencia al calor y resistencia a la compresión. Sin embargo, con un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno, la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde se vuelve alta. Por lo tanto, es necesaria una alta presión de vapor durante, por ejemplo, el moldeo por formación de espuma en molde con el uso de vapor. Esto tiende a hacer que los costos de utilidad sean altos.

Para evitar tales problemas, se propusieron ciertas técnicas, cuyos ejemplos incluyen: (i) técnicas en las que se usa una resina de polipropileno de bajo punto de fusión que tiene un punto de fusión de 140 °C o inferior (por ejemplo, literatura de patentes 1), (ii) técnicas en las que se usa una mezcla de una resina de polipropileno de bajo punto de fusión y de una resina de polipropileno de alto punto de fusión (por ejemplo, literaturas de patentes 2, 4-8 y 13), y (iii) técnicas en las que se usa una resina de polipropileno de metaloceno de bajo punto de fusión, que se polimeriza mediante el uso de un catalizador de metaloceno (por ejemplo, literatura de patentes 3). En adición a la literatura anterior, la literatura de patentes 9 puede enumerarse como una literatura que describe una técnica para producir una partícula de resina de polipropileno expandido que es excelente en características tales como la resistencia al calor. La literatura de patentes 10 puede enumerarse como una literatura que describe una técnica para producir una partícula de resina de polipropileno expandido y un producto moldeado expandido de resina de polipropileno los cuales no causan sonido de fricción. La literatura de patentes 11 puede enumerarse como una literatura que describe una técnica para producir una partícula de resina de polipropileno expandido y un producto moldeado expandido de resina de polipropileno que permiten mejorar la resistencia al impacto a baja temperatura. La literatura de patentes 12 puede enumerarse como una literatura que describe una técnica para producir un producto moldeado a partir de partículas expandidas en el molde cuyo producto moldeado es excelente en espumabilidad, moldeabilidad, rigidez, resistencia al calor, y trabajabilidad secundaria.

Sin embargo, aunque con estas técnicas puede evitarse un aumento de la temperatura de moldeo, estas técnicas aún plantean el problema de que la resistencia a la compresión se vuelve demasiado baja en comparación con los productos moldeados expandidos en moldes convencionales. Específicamente, por ejemplo, en un caso donde un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno para un parachoques de automóvil tiene una densidad de 30 g/L, se requiere una resistencia de aproximadamente 0,23 MPa como resistencia a la compresión cuando el producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno se tensa en un 50 % (en adelante denominado "resistencia a la compresión tensada al 50 %"). Con tecnologías convencionales, es necesaria una presión de 0,24 MPa (presión de medición) o más (es decir, alta temperatura de moldeo) como presión de moldeo por formación de espuma en molde para obtener un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno que tenga la resistencia anterior.

Mientras tanto, en un caso donde (i) se usa una resina de polipropileno de bajo punto de fusión, (ii) se usa una mezcla de una resina de polipropileno de bajo punto de fusión y una resina de polipropileno de alto punto de fusión, o (iii) se usa una resina de polipropileno de metaloceno, que se polimeriza mediante el uso de un catalizador de metaloceno, un producto moldeado expandido en molde puede moldearse a una presión de moldeo por formación de espuma en molde de 0,20 MPa (presión manométrica) o menos. Sin embargo, una resistencia a la compresión tensada al 50 % se vuelve considerablemente inferior a 0,23 MPa.

Una resina de polipropileno de metalloceno plantea un problema de altos costos de producción en comparación con una resina de polipropileno de Ziegler que se polimeriza con el uso de un catalizador de Ziegler. Por lo tanto, incluso si los costos de utilidad del moldeo por formación de espuma en molde pueden reducirse como resultado de una temperatura de moldeo baja, los costos de material son altos. Esto no es necesariamente ventajoso desde una perspectiva industrial.

En estas circunstancias, todavía hay demandas de una técnica relacionada con un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno de alta resistencia a la compresión, mientras que disminuye la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde.

Lista de citas

[Literatura de patente]

[Literatura de patentes 1] publicación internacional del PCT, núm. WO2008/139822 (fecha de publicación: 20 de noviembre de 2008)

[Literatura de patente 2]

Publicación internacional del PCT, núm. WO2009/001626 (fecha de publicación: 31 de diciembre de 2008)

[Literatura de patente 3]

Publicación de solicitud de patente japonesa Tokukai núm. 2009-144096 (fecha de publicación: 2 de julio de 2009)

[Literatura de patente 4]

Publicación de solicitud de patente japonesa Tokukai núm. 2010-144078 (fecha de publicación: 1 de julio de 2010)

[Literatura de patente 5]

Publicación de patente china, núm. CN103509203

[Literatura de patente 6]

Publicación internacional del PCT, núm. WO2006/054727 (fecha de publicación: 26 de mayo de 2006)

[Literatura de patente 7]

Publicación internacional del PCT, núm. WO2009/051035 (fecha de publicación: 23 de abril de 2009)

[Literatura de patente 8]

Publicación de solicitud de patente japonesa Tokukai núm. 2008-106150 (fecha de publicación: 8 de mayo de 2008)

[Literatura de patente 9]

Publicación de solicitud de patente japonesa Tokukai núm. 2006-096805 (fecha de publicación: 13 de abril de 2006)

[Literatura de patente 10]

Publicación de solicitud de patente japonesa Tokukai núm. 2008-255286 (fecha de publicación: 23 de octubre de 2008)

[Literatura de patente 11]

Publicación de solicitud de patente japonesa Tokukai núm. 2014-173012 (fecha de publicación: 22 de septiembre de 2014)

[Literatura de patente 12]

Publicación de solicitud de patente japonesa Tokukaihei núm. 10-251437 (fecha de publicación: 22 de septiembre de 1998)

[Literatura de patente 13]

EP 1 829 919 A1 (fecha de publicación: 5 de septiembre de 2007)

Resumen de la invención

Problema técnico

Es un objeto de la presente invención obtener partículas de resina de polipropileno expandido a partir de las cuales puede obtenerse un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno que tiene una alta resistencia a la compresión y una excelente apariencia a una temperatura de moldeo disminuida (presión de vapor) durante el moldeo por formación de espuma en molde.

Solución al problema

Para lograr el objeto, el inventor de la presente invención llevó a cabo una investigación diligente. Como resultado, el inventor de la presente invención descubrió que con el uso de partículas de resina de polipropileno expandido obtenidas de una resina de material base que contiene una resina de polipropileno A de bajo punto de fusión específico, una resina de polipropileno B que tiene un punto de fusión más alto que el de la resina de polipropileno A de bajo punto de fusión, y una resina de polietileno C que tiene un punto de fusión específico, es posible (i) reducir la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde a una temperatura baja y (ii) obtener un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno que mantiene una resistencia a la compresión a un nivel no inferior al de los productos moldeados convencionales y tiene una excelente apariencia. El inventor de la presente invención logró así la presente invención.

La presente invención puede describirse como sigue.

[1] Una partícula de resina de polipropileno expandido que incluye: una composición de resina de polipropileno X que sirve como resina de material base, la composición de resina de polipropileno X que incluye: una resina de polipropileno A que tiene un punto de fusión de 140 °C o inferior; una resina de polipropileno B que tiene un punto de fusión de 145 °C o superior; y una resina de polietileno C que tiene un punto de fusión de 120 °C o superior hasta 135 °C o inferior, la resina de polipropileno A representa del 50 % en peso o más hasta el 75 % en peso o menos, la resina de polipropileno B representa del 25 % en peso o más hasta el 50 % en peso o menos, y la resina de polietileno C representa del 1 % en peso o más hasta el 10 % en peso o menos, con respecto a una cantidad total de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C como 100 % en peso.

[2] La partícula de resina de polipropileno expandido como se expone en [1], en donde la resina de polipropileno A es un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.

[3] La partícula de resina de polipropileno expandido como se expone en [1] o [2], en donde la resina de polipropileno B es un copolímero aleatorio de propileno-etileno o un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.

[4] La partícula de resina de polipropileno expandido como se expone en cualquiera de [1] a [3], en donde el punto de fusión de la resina de polietileno C es de 125 °C o superior hasta 135 °C o inferior.

[5] La partícula de resina de polipropileno expandido como se expone en cualquiera de [1] a [4], en donde el punto de fusión de la composición de resina de polipropileno X es de 140 °C o superior hasta 150 °C o inferior.

[6] La partícula de resina de polipropileno expandido como se expone en cualquiera de [1] a [5], en donde la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B son resinas de polipropileno de Ziegler-Natta.

[7] Un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno mediante el uso de partículas de resina de polipropileno expandido mencionadas en cualquiera de [1] a [6].

[8] El producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno como se establece en [7], en donde el producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno tiene una densidad y una resistencia a la compresión tensada al 50 % que se relacionan para satisfacer lo siguiente Fórmula (1): [resistencia a la compresión tensada al 50 %, (MPa)]  $\geq 0,0069 \times [\text{densidad del producto moldeado (g/L)}] + 0,018 \dots (1)$

[9] Un método para producir partículas de resina de polipropileno expandido, que comprende la etapa de: obtener partículas de resina de polipropileno expandido al (i) colocar partículas de resina de polipropileno, agua y un agente espumante de gas inorgánico en un recipiente resistente a la presión, de manera que se obtiene una mezcla, las partículas de resina de polipropileno que incluyen: una composición de resina de polipropileno X que sirve como resina de material base, la composición de resina de polipropileno X que incluye: de 50 % en peso o más hasta 75 % en peso o menos de una resina de polipropileno A que tiene un punto de fusión de 140 °C o inferior; de 25 % en peso o más hasta 50 % en peso o menos de una resina de polipropileno B que tiene un punto de fusión de 145 °C o superior; y de 1 % en peso o más hasta 10 % en peso o menos de una resina de polietileno C que tiene un punto de fusión de 120 °C o superior hasta 135 °C o inferior, la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B y la resina de polietileno C representan el 100 % en peso en total, (ii) dispersar las partículas de resina de polipropileno y el agente espumante de gas inorgánico en el agua mientras se agitan las partículas de resina de polipropileno y el agente espumante de gas inorgánico, de manera que se obtiene un líquido de dispersión, (iii) aumentar una temperatura y una presión en el recipiente resistente a la presión, y después (iv) liberar el líquido de dispersión en el recipiente resistente a la presión en una región que tiene una presión inferior a la presión interna del recipiente resistente a la presión, de manera que las partículas de resina de polipropileno se espumen.

[10] El método como se expone en [9], en donde la resina de polipropileno A es un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.

[11] El método como se expone en [9] o [10], en donde la resina de polipropileno B es un copolímero aleatorio de propileno-etileno o un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.

[12] El método como se expone en cualquiera de [9] a [11], en donde el punto de fusión de la resina de polietileno C es de 125 °C o superior a 135 °C o inferior.

[13] El método como se expone en cualquiera de [9] a [12], en donde el punto de fusión de la composición de resina de polipropileno X es de 140 °C o superior hasta 150 °C o inferior.

[14] El método como se expone en cualquiera de [9] a [13], en donde la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B son resinas de polipropileno de Ziegler-Natta. Efectos ventajosos de la invención

Con una partícula de resina de polipropileno expandido de acuerdo con la presente invención, es posible (i) reducir una temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde a una temperatura baja y (ii) obtener un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno que mantiene una resistencia a la compresión a un nivel no inferior al de los productos moldeados convencionales y tiene una excelente apariencia.

#### Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una vista que ilustra una curva de DSC del segundo aumento de temperatura obtenida cuando, en calorimetría de barrido diferencial (DSC), (i) una temperatura de una composición de resina de polipropileno X de acuerdo con una realización de la presente invención se eleva de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto, (ii) la temperatura se enfría de 220 °C a 40 °C a una velocidad de 10 °C/minuto, y (iii) la temperatura se eleva nuevamente de 40 °C a 220 °C a una velocidad de 10 °C/minuto.

La Figura 2 es una vista que ilustra una curva de DSC (temperatura frente a cantidad de absorción de calor) obtenida por calorimetría de barrido diferencial (DSC) en la que la temperatura de una partícula de resina de polipropileno expandida de acuerdo con una realización de la presente invención se eleva de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto. La curva de DSC muestra dos picos de fusión y dos regiones de cantidad de calor de

fusión. Las dos regiones de cantidad de calor de fusión son una región de cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura Q1 y una región de cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura Qh.

#### Descripción de las realizaciones

5 En la presente invención, cada una de las partículas de resina de polipropileno expandido se obtiene de una composición de resina de polipropileno X que contiene una resina de polipropileno A, una resina de polipropileno B y una resina de polietileno C.

10 La resina de polipropileno A usada en la presente invención es una resina de polipropileno que tiene un punto de fusión de 140 °C o inferior.

15 La resina de polipropileno A usada en una realización de la presente invención tiene, preferentemente, una unidad o unidades estructurales de 1-buteno en una cantidad de 2% en peso o más hasta 15 % en peso o menos con respecto al 100 % en peso de unidades estructurales completas. Si una unidad estructural de 1-buteno es inferior al 2% en peso, entonces la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde tiende a no disminuir. Si una unidad estructural de 1-buteno tiene más del 15 % en peso, entonces la resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en molde que se obtiene tiende a disminuir.

20 La resina de polipropileno A usada en una realización de la presente invención puede contener, en adición al 1-buteno, una unidad estructural de un comonomero que es copolimerizable con propileno. Los ejemplos del comonomero abarcan al menos un tipo de  $\alpha$ -olefina, tal como etileno, 1-penteno, 1-hexeno, y 4-metil-1-buteno, cualquiera de los cuales tiene 2 átomos de carbono o cualquiera de 4 átomos de carbono hasta 12 átomos de carbono. Entre estos, el comonomero es, preferentemente, etileno.

25 La resina de polipropileno A usada en una realización de la presente invención es, preferentemente, con respecto al etileno, de manera tal que una unidad estructural de etileno está presente en una cantidad de 2% en peso o más hasta 10 % en peso o menos con respecto al 100 % en peso de unidades estructurales completas. La resina de polipropileno A usada en una realización de la presente invención satisface, preferentemente, las condiciones anteriores, porque, con tal resina de polipropileno A, (i) una temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde puede hacerse fácilmente baja y (ii) la resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en molde a obtener no disminuye pero puede mantenerse alta. Tenga en cuenta que "100 % en peso de unidades estructurales completas" significa que la suma de una unidad estructural obtenida de propileno, una unidad estructural obtenida de 1-buteno y una unidad estructural obtenida de otro/otro(s) comonomero(s) como el etileno representan el 100 % en peso.

35 Por la razón anterior, la resina de polipropileno A es, preferentemente, al menos una seleccionada del grupo que consiste en (i) un copolímero aleatorio de propileno-1-buteno y (ii) un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.

40 La resina de polipropileno A usada en la presente invención tiene un punto de fusión de 140 °C o inferior, preferentemente, de 130 °C o superior hasta 140 °C o inferior, y con mayor preferencia de 132 °C o superior hasta 138 °C o inferior. Si el punto de fusión de la resina de polipropileno A es superior a 140 °C, entonces la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde tiende a no disminuir. Si el punto de fusión de la resina de polipropileno A es inferior a 130 °C, entonces la resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en molde que se obtiene tiende a disminuir.

45 Un catalizador para usar en la polimerización de la resina de polipropileno A de acuerdo con una realización de la presente invención no se limita a ninguno particular. Los ejemplos de catalizador incluyen un catalizador de Ziegler (más específicamente, un catalizador de Ziegler-Natta) y un catalizador de metalloceno.

50 En general, en comparación con una resina de polipropileno polimerizada con el uso de un catalizador de metalloceno, una resina de polipropileno polimerizada con el uso de un catalizador de Ziegler tiene una menor rigidez por la coincidencia del punto de fusión. Específicamente, una comparación de la rigidez de una resina de polipropileno de Ziegler y la rigidez de una resina de polipropileno de metalloceno que tienen un punto de fusión idéntico muestra que la rigidez de la resina de polipropileno de Ziegler es menor. Por lo tanto, el uso de una resina de polipropileno polimerizada con el uso de un catalizador de Ziegler generalmente puede ser desventajoso para obtener efectos ventajosos de la presente invención como (i) reducir la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde a una temperatura baja y (ii) mantener la resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno a obtener. Sin embargo, con la presente invención, es posible obtener fácilmente los efectos ventajosos de la presente invención incluso en un caso donde se usa una resina de polipropileno polimerizada con el uso de un catalizador de Ziegler. Es decir, es más preferible en una realización de la presente invención usar una resina de polipropileno A que se polimeriza con el uso de un catalizador de Ziegler. Una resina de polipropileno polimerizada con el uso de un catalizador de Ziegler es preferible, además, en vista del hecho de que (i) tal resina de polipropileno está industrialmente más disponible que una resina de polipropileno polimerizada con el uso de un catalizador de metalloceno y (ii) tal resina de polipropileno puede ponerse en una gama más amplia de uso.

Aunque puede usarse también como una resina de polipropileno B descrita más adelante, una resina de polipropileno polimerizada con el uso de un catalizador de Ziegler produce los efectos ventajosos de la presente invención de manera más notable en una realización de la presente invención al usarse como una resina de polipropileno A.

- 5 La resina de polipropileno B usada en la presente invención es una resina de polipropileno que tiene un punto de fusión de 145 °C o superior.

Los ejemplos de la resina de polipropileno B usada en la presente invención incluyen (i) un homopolímero de propileno y (ii) un copolímero que incluye: propileno; y un comonómero que es copolimerizable con propileno.

- 10 La resina de polipropileno B de acuerdo con una realización de la presente invención es, preferentemente, un copolímero que incluye propileno y un comonómero copolimerizable con el propileno en vista del hecho de que tal resina de polipropileno B permite que la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde se reduzca fácilmente. Los ejemplos de dicho comonómero que es copolimerizable con propileno abarcan  $\alpha$ -olefina, tal como etileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, y 4-metil-1-buteno, cualquiera de los cuales tiene 2 átomos de carbono o cualquiera de 4 átomos de carbono hasta 12 átomos de carbono. Entre estos, el etileno es preferible. Estos comonómeros pueden copolimerizarse individualmente con propileno, o estos comonómeros en combinación pueden copolimerizarse con propileno.

- 20 La resina de polipropileno B de acuerdo con una realización de la presente invención es, preferentemente, un copolímero aleatorio de propileno-etileno o un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno en vista del hecho de que tal resina de polipropileno B permite que la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde se reduzca fácilmente y permite mantener una alta resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en molde que se obtiene sin que disminuya la resistencia a la compresión.

- 25 Un punto de fusión de la resina de polipropileno B de acuerdo con la presente invención es 145 °C o superior, preferentemente, de 145 °C o superior hasta 160 °C o inferior, y con mayor preferencia de 147 °C o superior hasta 158 °C o inferior. Si el punto de fusión de la resina de polipropileno B es inferior a 145 °C, entonces la resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en molde que se obtiene tiende a disminuir. Si el punto de fusión es superior a 160 °C, la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde tiende a ser alta.

- 30 Un catalizador para usar en la polimerización de la resina de polipropileno B no se limita a ninguno en particular. Los ejemplos de catalizador incluyen un catalizador de Ziegler (más específicamente, un catalizador de Ziegler-Natta) y un catalizador de metalloceno. Sin embargo, tenga en cuenta que una resina de polipropileno B polimerizada con el uso de un catalizador de Ziegler es preferible en vista del hecho de que tal resina de polipropileno B está fácilmente disponible industrialmente y puede usarse en una gama de usos más amplia.

- 35 Una taza de flujo de fusión (en lo sucesivo denominado "MFR") de cada una de la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B usadas en una realización de la presente invención no se limita particularmente, pero, preferentemente, es de más de 3 g/10 minuto hasta menos de 10 g/10 minuto, y con mayor preferencia de 5 g/10 minuto o más hasta 9 g/10 minuto o menos. Si la MFR de la resina de polipropileno A o de la resina de polipropileno B es de más de 3 g/10 minuto a menos de 10 g/10 minuto, entonces (i) un producto moldeado expandido en molde tiende a tener una buena apariencia de superficie y (ii) un ciclo de moldeo durante el moldeo tiende a ser corto. Tenga en cuenta que la MFR de cada una de la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B 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 en 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  $230 \text{ °C} \pm 0,2 \text{ °C}$ .

- 40 En la presente invención, se usa una resina de polietileno C con el objetivo de permitir que la temperatura de moldeo se reduzca fácilmente y mejorar la apariencia de un producto moldeado.

- 45 Un punto de fusión de la resina de polietileno C de acuerdo con la presente invención es de 120 °C o superior hasta 135 °C o inferior, preferentemente, de 125 °C o superior hasta 135 °C o inferior, con mayor preferencia de 122 °C o superior hasta 134 °C o inferior, e incluso con mayor preferencia de 125 °C o superior hasta 133 °C o inferior. Si el punto de fusión de la resina de polietileno C es inferior a 120 °C, entonces la resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en molde que se obtiene tiende a disminuir. Si el punto de fusión es superior a 135 °C, entonces un producto moldeado tiende a tener una apariencia pobre.

- 50 La resina de polietileno C de acuerdo con una realización de la presente invención es, preferentemente, una resina de polietileno de alta densidad que tiene una densidad de  $0,95 \text{ g/cm}^3$  o más en vista del hecho de que la resina de polietileno C puede evitar una disminución en la resistencia a la compresión. Además, la resina de polietileno C de acuerdo con una realización de la presente invención es, preferentemente, una resina de polietileno que tiene un peso molecular alto en lugar de cera de polietileno que tiene un peso molecular bajo.

- 55 La MFR de la resina de polietileno C usada en una realización de la presente invención no se limita particularmente, pero es, preferentemente, de 0,1 g/10 minuto o más hasta 10 g/10 minutos o menos, y con mayor preferencia 0,5 g/10

minutos o más hasta 9 g/10 minutos o menos. Si la MFR de la resina de polietileno C es de 0,1 g/10 minutos o más hasta 10 g/10 minutos o menos, entonces un producto moldeado expandido en molde tiende a tener una buena apariencia de superficie. Tenga en cuenta que la MFR de la resina de polietileno C 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 en condiciones que involucran (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  $190^\circ\text{C} \pm 0,2^\circ\text{C}$ .

En la presente invención, en vista de permitir que la temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde se reduzca fácilmente y de mantener una alta resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en el molde sin causar que la resistencia a la compresión disminuya, una relación a la que los elementos constitutivos de la composición de resina de polipropileno X, es decir, la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B y la resina de polietileno C, se mezclan es tal que la resina de polipropileno A representa del 50 % en peso o más hasta el 75 % en peso o menos, la resina de polipropileno B representa del 25 % en peso o más hasta el 50 % en peso o menos, y la resina de polietileno C representa del 1 % en peso o más hasta el 10 % en peso o menos en el caso de que una cantidad total de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C es 100 % en peso. La relación es con mayor preferencia tal que la resina de polipropileno A representa del 55 % en peso o más hasta el 70 % en peso o menos, la resina de polipropileno B representa del 30 % en peso o más hasta el 45 % en peso o menos, y la resina de polietileno C representa del 2 % en peso o más hasta el 9 % en peso o menos en un caso donde una cantidad total de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B y la resina de polietileno C es 100 % en peso. En un caso donde la resina de polipropileno A representa menos del 50 % en peso, la temperatura de moldeo tiende a aumentar. En un caso donde la resina de polipropileno A representa más del 75 % en peso, una alta resistencia a la compresión tiende a no mantenerse. En un caso donde la resina de polipropileno B representa menos del 25 % en peso, una alta resistencia a la compresión tiende a no mantenerse. En un caso donde la resina de polipropileno B representa más del 50 % en peso, la temperatura de moldeo tiende a aumentar. En un caso donde la resina de polietileno C representa menos del 1 % en peso, el efecto de disminuir la temperatura de un producto moldeado y el efecto de mejorar la apariencia de un producto moldeado tienden a no obtenerse. En un caso donde la resina de polietileno C representa más del 10 % en peso, una alta resistencia a la compresión tiende a no mantenerse.

En una realización de la presente invención, es posible usar un aditivo según sea necesario en adición a la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B y la resina de polietileno C. Los ejemplos del aditivo incluyen: una resina que no sea una resina de polipropileno ni una resina de polietileno; un agente nucleante de expansión; un compuesto hidrofílico; un colorante; un agente antiestático; un retardador de llama; un antioxidante; y un agente conductor de electricidad. En tal caso, una resina de material base puede constituirse por una mezcla de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, la resina de polietileno C, y el aditivo.

En una realización de la presente invención, es preferible adicionar, a una resina de material base, un agente nucleante de expansión que se convertirá en un núcleo de expansión durante la expansión.

Los ejemplos específicos del agente nucleante de expansión para usar 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 incluyen talco, silicato de magnesio, caolín, haloisita, dickita, silicato de aluminio, y zeolita. Estos agentes nucleantes de expansión pueden usarse individualmente o en combinación.

En vista de la uniformidad de los diámetros de las celdas, una cantidad del agente nucleante de expansión contenido de acuerdo con una realización de la presente invención es, preferentemente, igual o mayor que 0,005 partes en peso e igual o menor que 2 partes en peso, con mayor preferencia igual hasta o más de 0,01 partes en peso e igual o menos de 1 parte en peso, e incluso con mayor preferencia igual o más de 0,03 partes en peso e igual o menos de 0,5 partes en peso con respecto a 100 partes en peso de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B y la resina de polietileno C combinadas.

En una realización de la presente invención, la adición de un compuesto hidrófilo a una resina de material base provoca el efecto de promover un aumento en la relación de expansión de las partículas de resina de polipropileno expandido y, por lo tanto es preferible.

Los ejemplos específicos de un compuesto hidrofílico para usar en una realización de la presente invención incluyen materias orgánicas que absorben agua tales como glicerina, polietilenglicol, éster de ácido graso de glicerina, melamina, ácido isocianúrico, y un condensado de melamina-ácido isocianúrico. Estos compuestos hidrofílicos pueden usarse individualmente o en combinación.

Una cantidad del compuesto hidrofílico contenido de acuerdo con una realización de la presente invención es, preferentemente, igual o mayor que 0,01 partes en peso e igual o menor que 5 partes en peso, y con mayor preferencia igual o mayor que 0,1 partes en peso e igual o inferior a 2 partes en peso con respecto a 100 partes en peso de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B y la resina de polietileno C combinadas. Si la cantidad del compuesto hidrofílico contenido es inferior a 0,01 partes en peso, entonces el efecto de aumentar una relación de

expansión y el efecto de agrandar el diámetro de una celda son difíciles de obtener. Si la cantidad del compuesto hidrofílico contenido es más de 5 partes en peso, entonces es poco probable que el compuesto hidrofílico se disperse uniformemente en una resina de polipropileno.

5 Los ejemplos del colorante para usar en una realización de la presente invención incluyen negro de humo, azul ultramar, pigmento de cianina, pigmento azo, pigmento de quinacridona, cadmio amarillo, óxido de cromo, óxido de hierro, pigmento de perileno, y pigmento de antraquinona. Estos colorantes pueden usarse individualmente o en combinación.

10 Una cantidad del colorante contenido de acuerdo con una realización de la presente invención es, preferentemente, igual o mayor que 0,001 partes en peso e igual o menor que 10 partes en peso, y con mayor preferencia igual o mayor que 0,01 partes en peso e igual o inferior a 8 partes en peso con respecto a 100 partes en peso de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C combinadas. En un caso donde el ennegrecimiento se pretende con el uso de negro de humo, en particular, el negro de humo es, preferentemente, igual  
15 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 polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C combinadas.

Tenga en cuenta, que un punto de fusión de una resina de polipropileno (específicamente, resina de polipropileno A, resina de polipropileno B o composición de resina de polipropileno X) o una resina de polietileno (específicamente,  
20 resina de polietileno C) es una temperatura máxima de fusión en un segundo aumento de temperatura en una curva de DSC que se obtiene cuando, en calorimetría diferencial de barrido (DSC), de 1 mg o más hasta 10 mg o menos de resina de polipropileno o resina de polietileno se (i) calienta de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto, (ii) enfriado de 220 °C a 40 °C a una velocidad de enfriamiento de 10 °C/minuto, y después (iii) calentado nuevamente de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto.

25 Para la composición de resina de polipropileno X de acuerdo con una realización de la presente invención, no solo un pico máximo de fusión Tm (PP) basado en la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B sino también un pico de fusión (o hombro) Tm (PE) basado en la resina de polietileno C aparece aproximadamente a, por ejemplo, 130 °C, como se ilustra en 1. Es decir, aparece el total de dos picos de fusión.

30 En una realización de la presente invención, se obtiene un punto de fusión de la composición de resina de polipropileno X a partir de (i) un punto de fusión de aproximadamente 135 °C o superior hasta 155 °C o inferior, en base a los puntos de fusión respectivos de la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B, y (ii) un punto de fusión de aproximadamente 120 °C o superior hasta 135 °C o inferior, basado en el punto de fusión de la resina de polietileno C. En vista de permitir que una temperatura de moldeo durante el moldeo por formación de espuma en molde se  
35 reduzca fácilmente y de mantener una alta resistencia a la compresión de un producto moldeado expandido en molde a obtener sin que disminuya la resistencia a la compresión, el punto máximo de fusión Tm (PP) basado en los puntos de fusión respectivos de la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B es, preferentemente, de 140 °C o superior hasta 150 °C o inferior, con mayor preferencia de 141 °C o superior hasta 149 °C o inferior, e incluso con mayor preferencia de 142 °C o superior hasta 148 °C o inferior. Tengas en cuenta que el "punto de fusión de la  
40 composición de resina de polipropileno X" en la presente descripción significa el punto de fusión Tm (PP).

En una realización de la presente invención, los ejemplos de un método para mezclar la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C para formar la composición de resina de polipropileno X abarcan  
45 (i) un método en el que la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C se mezclan con el uso de, por ejemplo, una licuadora o una extrusora y (ii) un método en el que la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C se mezclan mediante polimerización de múltiples etapas durante la polimerización.

50 Tengas en cuenta que el método en el que, por ejemplo, se usa una licuadora o una extrusora puede usarse, además, como un método para mezclar el aditivo mencionado anteriormente en la composición de resina de polipropileno X. Tengas en cuenta, además, que el aditivo mencionado anteriormente puede adicionarse directamente. Alternativamente, es posible (i) preparar un lote maestro mediante la inclusión, en una alta concentración, del aditivo en otra resina y después (ii) adicionar el lote maestro como resina del lote maestro.

55 Una resina que se usará para la producción de la resina del lote maestro es, preferentemente, una resina de poliolefina, con mayor preferencia la resina de polipropileno A y/o la resina de polipropileno B, y con mayor preferencia una mezcla de la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B.

60 En la producción de partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con una realización de la presente invención, puede llevarse a cabo primero un método (etapa de granulación) para producir partículas de resina de polipropileno, que se fabrican de una resina de material base.

Los ejemplos del método de producción de partículas de resina de polipropileno abarcan un método en el que se usa  
65 una extrusora. Específicamente, es posible, por ejemplo, que (i) una resina de polipropileno A, una resina de polipropileno B, una resina de polietileno C y, según sea necesario, un aditivo como otra resina, un agente nucleante



de expansión, un compuesto hidrofílico y un colorante, se mezclan de manera que se obtiene un producto mezclado, (ii) el producto mezclado se introduce en una extrusora y se funde y se amasa, (iii) se extruye un producto resultante a través de un troquel provisto en una punta de la extrusora, y después se deja pasar a través del agua para que se enfríe, y (iv) el producto resultante se pica con el uso de un cortador, de manera que puede obtenerse la forma de partícula deseada tal como una forma de columna, una forma elipsoidal, una forma esférica, una forma cúbica y una forma paralelepípeda rectangular. Alternativamente, es posible (i) extruir directamente el producto mezclado a través de la matriz en agua, e inmediatamente cortar el producto resultante en forma de partículas, de manera que se obtengan partículas, y después (ii) enfriar las partículas. Al fundir y amasar así las resinas, las resinas se convierten en una resina de material base más uniforme. Alternativamente, es posible (i) introducir la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C en una extrusora, (ii) según sea necesario, alimentar un aditivo tal como un agente nucleante de expansión, un compuesto hidrofílico, y un colorante de una parte media de la extrusora para mezclar en la extrusora, y (iii) derretir y amasar una mezcla resultante en la extrusora.

El peso de cada una de las partículas de resina de polipropileno así obtenidas es, preferentemente, de 0,2 mg por partícula o más hasta 10 mg por partícula o menos, y con mayor preferencia de 0,5 mg por partícula o más hasta 5 mg por partícula o menos. Si el peso de cada una de las partículas de resina de polipropileno es inferior a 0,2 mg por partícula, entonces la manejabilidad tiende a disminuir. Si el peso es más de 10 mg por partícula, entonces una propiedad de llenado de molde durante una etapa de moldeo por formación de espuma en molde tiende a disminuir.

Las partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con una realización de la presente invención pueden producirse con el uso de partículas de resina de polipropileno así obtenidas.

Un método para producir las partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con la presente invención abarca un método para producir partículas de resina de polipropileno expandido en un sistema de dispersión acuosa mediante la realización de la siguiente etapa de formación de espuma: (i) un líquido de dispersión obtenido mediante la dispersión de partículas de resina de polipropileno junto con un agente espumante de gas inorgánico tal como dióxido de carbono en un medio de dispersión acuoso se coloca en un recipiente resistente a la presión, (ii) el líquido de dispersión se calienta a una temperatura igual a o superior a una temperatura de reblandecimiento de las partículas de resina de polipropileno y se somete a presión, (iii) la temperatura y la presión se retienen durante un cierto período de tiempo, y (iv) el líquido de dispersión se libera a una región que tiene una presión inferior a una presión interna del recipiente resistente a la presión, de manera que se obtienen las partículas de resina de polipropileno expandido.

Específicamente,

1) Las partículas de resina de polipropileno, un medio de dispersión acuoso y, según sea necesario, un agente dispersante, por ejemplo, se colocan en el recipiente resistente a la presión. Después, mientras se agita un líquido de dispersión resultante, el interior del recipiente resistente a la presión se aspira al vacío según sea necesario. Después, se introduce un agente espumante que tiene una presión de 1 MPa (presión manométrica) o más a 2 MPa (presión manométrica) o menos en el recipiente resistente a la presión, y después el líquido de dispersión se calienta a una temperatura igual o superior a la temperatura de reblandecimiento de la resina de polipropileno. Mediante el calentamiento, la presión interna del recipiente resistente a la presión aumenta a aproximadamente 2 MPa (presión manométrica) o más hasta 5 MPa (presión manométrica) o menos. Si es necesario, se adiciona adicionalmente un agente espumante al interior del recipiente resistente a la presión aproximadamente a una temperatura de formación de espuma para ajustar la presión de formación de espuma a la presión deseada. Después, se ajusta más la temperatura. A partir de entonces, la temperatura ajustada y la presión ajustada se retienen durante un cierto período de tiempo. Subsecuentemente, el líquido de dispersión se libera en una región que tiene una presión inferior a la presión interna del recipiente resistente a la presión, de manera que se obtienen las partículas de resina de polipropileno expandido.

Como otro aspecto, es posible el siguiente aspecto:

(2) Las partículas de resina de polipropileno, un medio de dispersión acuoso y, según sea necesario, un agente dispersante, por ejemplo, se colocan en el recipiente resistente a la presión. Después, mientras se agita un líquido de dispersión resultante, el interior del recipiente resistente a la presión se aspira al vacío según sea necesario. Después, mientras el líquido de dispersión se calienta a una temperatura igual o superior a la temperatura de reblandecimiento de las partículas de resina de polipropileno, se introduce un agente espumante en el recipiente resistente a la presión. Después, la temperatura en el recipiente resistente a la presión se ajusta a una temperatura de formación de espuma, la temperatura de formación de espuma se retiene durante un cierto período de tiempo, y el líquido de dispersión se libera en una región que tiene una presión inferior a la presión interna del recipiente resistente a la presión, de manera que se obtienen partículas de resina de poliolefina expandida.

Como otro aspecto más, es posible el siguiente aspecto:

(3) Las partículas de resina de polipropileno, un medio de dispersión acuoso y, según sea necesario, un agente dispersante, por ejemplo, se colocan en el recipiente resistente a la presión. Después, mientras se agita un líquido de dispersión resultante, el líquido de dispersión se calienta a una temperatura aproximada a una temperatura de

formación de espuma. Después, un agente espumante se introduce adicionalmente en el recipiente resistente a la presión, y la temperatura en el recipiente resistente a la presión se ajusta a una temperatura de formación de espuma. Después, la temperatura de formación de espuma se retiene durante un cierto período de tiempo. Después, el líquido de dispersión en el recipiente resistente a la presión se libera en una región que tiene una presión inferior a la presión interna del recipiente resistente a la presión, de manera que se obtienen partículas de resina de poliolefina expandida.

Tenga en cuenta que la relación de expansión puede ajustarse al (i) ajustar una velocidad de liberación de presión durante la formación de espuma mediante el aumento de la presión interna del recipiente resistente a la presión mediante la inyección de dióxido de carbono, nitrógeno, aire, o una sustancia usada como agente espumante, en el recipiente resistente a la presión antes de que el líquido de dispersión se libere en la región de baja presión y al (ii) controlar la presión mediante la introducción de dióxido de carbono, nitrógeno, aire, o una sustancia usada como agente espumante, en el recipiente resistente a la presión también mientras el líquido de dispersión se libera en la región de baja presión.

En una realización de la presente invención, el recipiente resistente a la presión en el que se dispersan las partículas de resina de polipropileno no se limita a ninguno 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 del recipiente resistente a la presión incluyen un recipiente resistente a la presión de tipo autoclave.

Un medio de dispersión acuoso para usar en una realización de la presente invención es, preferentemente, agua. Alternativamente, el medio de dispersión acuoso puede ser, además, un medio de dispersión acuoso obtenido mediante la adición de metanol, etanol, etilenglicol, glicerina, o similares al agua. En un caso donde la resina del material base contiene un compuesto hidrofílico en una realización de la presente invención, el agua en el medio de dispersión acuoso sirve, además, como agente espumante. Esto contribuye a un aumento en la relación de expansión.

Los ejemplos del agente espumante para usar en una realización de la presente invención incluyen: hidrocarburos saturados tales como propano, butano, y pentano; éteres tales como dimetiléter; alcoholes tales como metanol y etanol; gas inorgánico tal como aire, nitrógeno, y dióxido de carbono; y agua. Entre estos agentes espumantes, el gas inorgánico y el agua tienen un impacto ambiental particularmente pequeño y no tienen inflamabilidad peligrosa, y por lo tanto son preferibles. Es más preferible usar al menos un agente espumante seleccionado del grupo que consiste en dióxido de carbono y agua.

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

Los ejemplos del agente dispersante incluyen 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 inorgánica pueden usarse individualmente, o dos o más de estos agentes de dispersión inorgánica pueden usarse en combinación.

Los ejemplos del agente auxiliar de dispersión incluyen: (i) surfactantes aniónicos de tipo carboxilato, (ii) surfactantes aniónicos de tipo sulfonato tales como sal de ácido alquilsulfónico, sal de n-parafina sulfonato, alquil benceno sulfonato, alquil naftaleno sulfonato, y sulfosuccinato, (iii) surfactantes aniónicos de tipo éster sulfato tales como aceite sulfonado, sal de alquil sulfato, alquil éter sulfato, y alquil amida sulfato, y (iv) surfactantes aniónicos de tipo éster fosfato tales como alquil fosfato, polioxietilen fosfato, y alquil alil éter sulfato. Estos agentes auxiliares de dispersión pueden usarse individualmente o dos o más de estos agentes auxiliares de dispersión pueden usarse en combinación.

De estos, los siguientes se usan, preferentemente, 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 un refresco de n-parafina ácido sulfónico.

En una realización de la presente invención, normalmente es preferible usar un medio de dispersión acuoso 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 las partículas de resina de polipropileno de manera que la dispersabilidad de las partículas de resina de polipropileno en el medio de dispersión acuosa es buena. Las cantidades respectivas de agente dispersante y agente auxiliar de dispersión varían, en dependencia de (i) los tipos del agente dispersante y el agente auxiliar de dispersión y (ii) el tipo y la cantidad de partículas de resina de polipropileno usadas. Normalmente, con respecto a 100 partes en peso de partículas de resina de polipropileno, el agente dispersante se usa, preferentemente, en una cantidad de 0,2 partes en peso o más hasta 3 partes en peso o menos, y el agente auxiliar de dispersión se usa, preferentemente, en una cantidad de 0,001 partes en peso o más hasta 0,1 partes en peso o menos.

La etapa de obtener así partículas de resina de polipropileno expandida a partir de partículas de resina de polipropileno puede denominarse "paso de formación de espuma de la primera etapa", y las partículas de resina de polipropileno expandido así obtenidas pueden denominarse "partículas expandidas de la primera etapa".

Una relación de expansión de partículas expandidas de la primera etapa puede no alcanzar una relación de expansión predeterminada, en dependencia de las condiciones de espuma como la temperatura de formación de espuma, presión de formación de espuma, y el tipo de agente de espuma. En tal caso, las partículas de resina de polipropileno expandido cuya relación de expansión se incrementa en comparación con la de las partículas expandidas de la primera etapa pueden obtenerse al (i) aplicar una presión interna a las partículas expandidas de la primera etapa por impregnación de gas inorgánico (por ejemplo, aire, nitrógeno, dióxido de carbono) y después al (ii) hacer que las partículas expandidas de la primera etapa entren en contacto con el vapor que tiene una cierta presión.

La etapa de espumar así adicionalmente las partículas de resina de polipropileno expandido para obtener partículas de resina de polipropileno expandida que tienen una alta relación de expansión puede denominarse "paso de formación de espuma de la segunda etapa". Las partículas de resina de polipropileno expandido así obtenidas a través del paso de formación de espuma de la segunda etapa pueden denominarse "partículas expandidas de la segunda etapa".

En una realización de la presente invención, la presión de vapor en el paso de formación de espuma de la segunda etapa se ajusta, preferentemente, de 0,04 MPa (presión manométrica) o más hasta 0,25 MPa (presión manométrica) o menos, y con mayor preferencia de 0,05 MPa (presión manométrica) o más hasta 0,15 MPa (presión manométrica) o menos, en vista de la relación de expansión de las partículas expandidas de la segunda etapa.

Si la presión de vapor en el paso de formación de espuma de la segunda etapa es inferior a 0,04 MPa (presión manométrica), entonces la relación de expansión es menos probable que aumente. Si la presión es más de 0,25 MPa (presión manométrica), entonces las partículas expandidas de la segunda etapa que se obtienen tienden a adherirse entre sí, por lo que se hace imposible usar las partículas expandidas de la segunda etapa para el posterior moldeo por formación de espuma en molde.

Una presión interna de aire para impregnarse en las partículas expandidas de la primera etapa (i) se hace deseablemente que cambie según sea apropiado en vista de (a) la relación de expansión de las partículas expandidas de la segunda etapa y (b) la presión de vapor en el paso de formación de espuma de la segunda etapa y, (ii) preferentemente, de 0,2 MPa o más (presión absoluta) hasta 0,6 MPa o menos (presión absoluta).

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

La relación de expansión de las partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con una realización de la presente invención no se limita particularmente, y es, preferentemente, de 5 veces o más a 60 veces o menos. Si la relación de expansión de las partículas de resina de polipropileno expandido es inferior a 5 veces, entonces las reducciones en peso de un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno tienden a ser insuficientes. Si la relación de expansión de las partículas de resina de polipropileno expandido es más de 60 veces, entonces la resistencia mecánica de un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno tiende a ser poco práctica.

Un diámetro de celda promedio de las partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con una realización de la presente invención es, preferentemente, de 80  $\mu\text{m}$  o más hasta 400  $\mu\text{m}$  o menos, y con mayor preferencia de 85  $\mu\text{m}$  o más hasta 360  $\mu\text{m}$  o menos, e incluso con mayor preferencia de 90  $\mu\text{m}$  o más hasta 330  $\mu\text{m}$  o menos. Si el diámetro promedio de la celda cae dentro de estos intervalos, entonces el producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno tiende a (i) tener una buena apariencia de superficie y (ii) tener una alta resistencia a la compresión.

El diámetro de celda promedio de las partículas de resina de polipropileno expandido puede controlarse mediante el ajuste de la cantidad de un agente nucleante de expansión a adicionar. Alternativamente, el diámetro de celda promedio puede controlarse, por ejemplo, mediante el ajuste de una relación de cantidad de calor a alta temperatura que se describe más adelante. Si la relación de cantidad de calor a alta temperatura es inferior al 15 %, el diámetro de celda promedio tiende a ser grande. Si la relación de cantidad de calor a alta temperatura es superior al 50 %, el diámetro de celda promedio tiende a ser pequeño.

En una curva de DSC que se obtiene mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) en la que la temperatura de las partículas de resina de polipropileno expandido se eleva a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto, como se ilustra en la Figura 2, partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con una realización de la presente invención tienen (i) al menos dos picos de fusión y (ii) al menos dos cantidades de calor de fusión de una cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura (Ql) y una cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura (Qh).

Como se describió anteriormente, en una realización de la presente invención, aparecen no solo los dos picos de fusión basados en las resinas de polipropileno A y B, sino, además, un pico de fusión (u hombro) basado en la resina de polietileno C. Es decir, aparece el total de tres picos de fusión (ver Figura 2).

Las partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con una realización de la presente invención pueden obtenerse fácilmente, en el método descrito anteriormente para producir partículas de resina de polipropileno expandido en un sistema de dispersión acuosa, al (i) ajustar, según sea apropiado, una temperatura en el recipiente resistente a la presión durante la formación de espuma hasta un valor adecuado y (ii) retener la temperatura durante un cierto período de tiempo. Es decir, en un caso donde el punto de fusión de la composición de resina de polipropileno X basado en los puntos de fusión de las resinas de polipropileno A y B es  $T_m(PP)$  ( $^{\circ}C$ ), la temperatura en el recipiente resistente a la presión durante la formación de espuma es, preferentemente,  $T_m(PP) - 8$  ( $^{\circ}C$ ) o superior, con mayor preferencia  $T_m(PP) - 5$  ( $^{\circ}C$ ) o superior hasta  $T_m(PP) + 4$  ( $^{\circ}C$ ) o inferior, e incluso con mayor preferencia  $T_m(PP) - 5$  ( $^{\circ}C$ ) o superior hasta  $T_m(PP) + 3$  ( $^{\circ}C$ ) o inferior. Un período de tiempo durante el cual las partículas de resina de polipropileno se retienen a la temperatura en el recipiente resistente a la presión durante la formación de espuma es, preferentemente, de 1 minuto o más hasta 120 min o menos, y con mayor preferencia de 5 min o más hasta 60 min o menos.

En una realización de la presente invención, una cantidad completa de calor de fusión (Q), una cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura (Ql) y una cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura (Qh) de partículas de resina de polipropileno expandido se definen como sigue mediante el uso de la Figura 2. En la curva de DSC obtenida (Figura 2), la cantidad total de calor de fusión ( $Q=Q_1+Q_h$ ), que es la suma de la cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura (Ql) y la cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura (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  $80^{\circ}C$  y una cantidad de absorción de calor (punto B) a una temperatura a la que termina la fusión en un lado de alta temperatura y (ii) la curva de DSC. La cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura (Ql) se indica por una parte rodeada por un segmento de línea A-D, un segmento de línea C-D y la curva de DSC, y la cantidad de calor de fusión (Qh) del lado de alta temperatura se indica por una parte rodeada por un segmento de línea B-D, el segmento de línea C-D y la curva de DSC donde (i) un punto C es un punto en el que la cantidad de absorción de calor entre dos regiones de cantidad de calor de fusión en la curva de DSC es la más pequeña, las dos regiones de cantidad de calor de fusión que son 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 que el segmento de línea A-B intersecta una línea que se dibuja de manera que se extiende, paralela a un eje Y, desde el punto C hacia el segmento de línea A-B.

Las partículas de resina de polipropileno expandido 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  $[= \{Q_h / (Q_1 + Q_h)\} \times 100 (\%) ]$  (en lo sucesivo, también se denomina "relación de cantidad de calor a alta temperatura"), cuya relación es, preferentemente, del 15 % o más al 50 % o menos, con mayor preferencia del 17 % o más al 40 % o menos, e incluso con mayor preferencia del 20 % o más al 35 % o menos. En un caso donde la relación de cantidad de calor a alta temperatura cae dentro de estos intervalos, incluso si la temperatura de moldeo (presión de vapor) durante la producción de un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno es baja, aún es fácil obtener un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno que (i) tiene una buena apariencia de superficie, (ii) tiene una alta resistencia a la compresión y (iii) tiene buena fusibilidad.

La relación de cantidad de calor a alta temperatura de las partículas de resina de polipropileno expandido puede ajustarse según corresponda, por ejemplo, (i) un tiempo de retención a la temperatura en el recipiente resistente a la presión (es decir, un tiempo de retención que (a) comienza desde un punto de tiempo en el que las partículas de resina de polipropileno alcanzan una temperatura deseada en el recipiente resistente a la presión y (b) termina en el punto de tiempo en el que las partículas de resina de polipropileno forman espuma, (ii) una temperatura de formación de espuma (que es una temperatura durante la formación de espuma y que puede o puede no ser idéntico a la temperatura en el recipiente resistente a la presión), y (iii) presión de formación de espuma (presión durante la formación de espuma). 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 ser grande al extender un tiempo de retención, disminuir una temperatura de formación de espuma, y/o disminuir la presión de formación de espuma. Debido a estos factores, las condiciones para obtener una relación deseada de cantidad de calor a alta temperatura pueden encontrarse fácilmente mediante la realización de varios experimentos en los que se cambia sistemáticamente un tiempo de retención, una temperatura de formación de espuma, y/o una presión de formación de espuma. Tenga en cuenta que la presión de formación de espuma puede ajustarse mediante el ajuste de la cantidad de un agente espumante.

La publicación internacional del PCT núm. WO2009/001626 describe una partícula de resina de polipropileno expandido que tiene una estructura de cristal tal que una curva de DSC, que se obtiene en un primer aumento de temperatura cuando la temperatura de una partícula de resina de polipropileno expandido se eleva desde la temperatura ambiente a  $200^{\circ}C$  a una velocidad de calentamiento de  $2^{\circ}C/minuto$  en calorimetría de barrido diferencial de flujo de calor, muestra (i) un pico endotérmico principal de  $100^{\circ}C$  a una temperatura pico máxima endotérmica de  $140^{\circ}C$  que exhibe una cantidad de calor del pico endotérmico del 70 % al 95 % con respecto a una cantidad de calor

del pico endotérmico completo y (ii) dos o más picos endotérmicos que aparecen en un lado de alta temperatura con respecto al pico endotérmico principal.

En términos usados en la publicación internacional del PCT núm. WO2009/001626, las partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con una realización de la presente invención no se limitan a ningún número de picos endotérmicos en un lado de alta temperatura con respecto a un pico endotérmico principal en calorimetría de exploración diferencial de flujo de calor a una velocidad de calentamiento de 2 °C/min, pero, preferentemente, tiene una estructura cristalina tal que aparece un pico endotérmico.

Las partículas de resina de polipropileno expandido que tienen una estructura cristalina tal que aparece un pico endotérmico pueden obtenerse fácilmente mediante el uso de una resina de material base que incluye (i) una resina de polipropileno A que tiene un punto de fusión de 140 °C o inferior y (ii) una resina de polipropileno B que tiene un punto de fusión superior al de la resina de polipropileno A en menos de 25 °C.

Las partículas de resina de polipropileno expandido que tienen una estructura cristalina tal que aparece un pico endotérmico son preferibles porque, con tales partículas de resina de polipropileno expandido, (i) la compatibilidad entre ambas resinas (específicamente, la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B) cuando se funden y amasan es buena, (ii) una variación en el diámetro de celda de las partículas de resina de polipropileno expandido se vuelve pequeña, y (iii) un producto moldeado expandido en molde tiene una buena apariencia superficial.

Las partículas de resina de polipropileno expandido de acuerdo con una realización de la presente invención pueden convertirse en un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno mediante un método de moldeo en espuma moldeado convencionalmente conocido.

Los ejemplos de un método de moldeo por formación de espuma en molde de acuerdo con una realización de la presente invención incluyen:

i) un método para (a) someter las partículas de resina de polipropileno expandido a un tratamiento a presión con el uso de gas inorgánico (por ejemplo, aire, nitrógeno, dióxido de carbono) de manera que las partículas de resina de polipropileno expandido, en las que se impregna el gas inorgánico, tengan una cierta presión interna y (b) llenar un molde con las partículas de resina de polipropileno expandido, y (c) calentar el molde con vapor para que las partículas de resina de polipropileno expandido se fusionen entre sí.

ii) un método de (a) comprimir partículas de resina de polipropileno expandido por presión de gas, (b) llenar un molde con las partículas de resina de polipropileno expandido, y (c) calentar el molde con vapor para que las partículas de resina de polipropileno expandido se fusionen unas con otras por el efecto de la capacidad de recuperación de las partículas de resina de polipropileno expandido.

iii) un método para (a) llenar un molde con partículas de resina de polipropileno expandido sin ningún tratamiento previo particular y (b) calentar el molde con vapor para que las partículas de resina de polipropileno expandido se fusionen entre sí.

Una densidad de producto moldeado del producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno de acuerdo con una realización de la presente invención no se limita a ninguna densidad particular. Sin embargo, se usa adecuadamente un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno que tiene una densidad de producto moldeado de 10 g/L o más a 100 g/L o menos.

El producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno de acuerdo con una realización de la presente invención se obtiene como un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno de alta resistencia a la compresión mediante el sometimiento de las partículas de resina de polipropileno expandido a moldeo por formación de espuma en molde mientras la temperatura de moldeo (presión de vapor) se reduce. En particular, el producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno es preferible porque la relación entre una densidad de producto moldeado y una resistencia a la compresión tensada al 50 % del producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno satisface la siguiente Fórmula (1):

$$[\text{resistencia a la compresión tensada al 50 \% (MPa)}] \geq 0,0069 \times$$

$$[\text{Densidad del producto moldeado (g/L)}] + 0,018 \dots (1)$$

Específicamente, los productos moldeados expandidos en molde de resina de polipropileno que satisfacen la Fórmula (1) se usan convencionalmente como productos moldeados expandidos en molde de resina de polipropileno altamente resistentes para materiales interiores de automóviles y materiales de núcleo de parachoques de automóviles. Sin embargo, tales productos moldeados expandidos en molde de resina de polipropileno convencional requieren una temperatura de moldeo alta durante el moldeo por formación de espuma en molde. Por ejemplo, durante el moldeo por formación de espuma en molde en el que se usa vapor, era necesaria una presión de vapor tan alta como 0,24 MPa (presión manométrica) o más. Sin embargo, con una realización de la presente invención, es posible producir un

producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno que satisfaga la Fórmula (1) incluso con una presión de vapor tan baja como 0,22 MPa (presión manométrica) o menos.

Un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno así obtenido puede aplicarse a diversas aplicaciones, tales como materiales aislantes térmicos, materiales de embalaje que absorben los golpes, y recipientes retornables, en adición a los materiales interiores de automóviles y materiales de núcleo de parachoques.

En particular, el producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno de acuerdo con una realización de la presente invención se usa, preferentemente, para materiales de automóvil tales como materiales interiores de automóvil y materiales de núcleo de parachoques de automóvil porque tales materiales de automóvil obtenidos del producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno, que puede moldearse con una temperatura de moldeo más baja (presión de vapor), exhibe una resistencia a la compresión similar a la obtenida de los productos moldeados convencionales moldeados con una temperatura de moldeo alta (presión de vapor).

## EJEMPLOS

La siguiente descripción discutirá la presente invención con más detalle con ejemplos y ejemplos comparativos. Sin embargo, tenga en cuenta que la presente invención no se limita a estos ejemplos y ejemplos comparativos.

Las sustancias usadas en los ejemplos y ejemplos comparativos son las que se proporcionan a continuación.

(Resina de polipropileno y resina de polietileno)

La Tabla 1 muestra las resinas de polipropileno A-1 a A-3, las resinas de polipropileno B-1 a B-3 y las resinas de polietileno C-1 a C-4 que se usaron.

[Tabla 1]

|                                                          | Tipo de catalizador | Contenido de comonomero (% en peso) |         | Punto de fusión (°C) | MFR (g/10 min.) |
|----------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|
|                                                          |                     | 1-buteno                            | Etileno |                      |                 |
| Resina de polipropileno A-1                              | Ziegler             | 2,5                                 | 3,3     | 134                  | 6,0             |
| Resina de polipropileno A-2                              | Ziegler             | 7,2                                 | 4,5     | 138                  | 8,0             |
| Resina de polipropileno A-3                              | Ziegler             | 3,0                                 | 4,1     | 142                  | 7,2             |
| Resina de polipropileno B-1                              | Ziegler             | -                                   | 2,8     | 153                  | 8,5             |
| Resina de polipropileno B-2                              | Ziegler             | -                                   | 3,4     | 148                  | 6,5             |
| Resina de polipropileno B-3                              | Ziegler             | 2,2                                 | 3,6     | 143                  | 7,0             |
| Resina de polietileno C-1                                | -                   | -                                   | -       | 129                  | 7,0             |
| Resina de polietileno C-2                                | -                   | -                                   | -       | 123                  | 2,1             |
| Resina de polietileno C-3                                | -                   | -                                   | -       | 113                  | 2,0             |
| Resina de polietileno C-4                                | -                   | -                                   | -       | 136                  | 0,3             |
| Las resinas de polipropileno son copolímeros aleatorios. |                     |                                     |         |                      |                 |

(Otros aditivos)

- Talco: fabricado por Hayashi-Kasei Co., Ltd., Polvo de talco PK-S
- Polietilenglicol: fabricado por Lion Corporation, PEG#300
- Negro de humo: fabricado por Mitsubishi Chemical Corporation, MCF88 (tamaño medio de partícula: 18 nm)

En los ejemplos y ejemplos comparativos, las evaluaciones se realizaron mediante los métodos que se detallan a continuación.

(Cuantificación de la composición de copolímero en resina de polipropileno)

Una resina de polipropileno con un contenido de comonomero conocido se prensó en caliente a 180 °C, de manera que se produjo una película con un espesor de aproximadamente 100 µm. La película así producida se sometió a una medición del espectro IR de manera que se leyeron una absorbancia derivada de propileno (1810) a 810 cm<sup>-1</sup>, una absorbancia derivada del comonomero de etileno (1733) a 733 cm<sup>-1</sup> y una absorbancia derivada del comonomero de buteno (1766) a 766 cm<sup>-1</sup>. Después, se muestra una relación de absorbancia (1733/1810) en un eje horizontal, y se muestra un contenido de comonomero de etileno en un eje vertical, de manera que se obtuvo una curva de calibración indicativa del contenido de comonomero de etileno. Asimismo, se muestra una relación de absorbancia (1766/1810) en un eje horizontal, y se muestra un contenido de comonomero de buteno en un eje vertical, de manera que se obtuvo una curva de calibración indicativa del contenido de comonomero de buteno. Después, como con el método de preparación de una muestra durante la producción de las curvas de calibración, (i) se prensó en caliente una resina de polipropileno con un contenido de comonomero desconocido, de manera que se produjo una película con un espesor de aproximadamente 100 µm, (ii) 1810, 1733 e 1766 se leyeron por medición de espectro IR, y (iii) se calculó un contenido de comonomero de etileno y un contenido de comonomero de buteno de acuerdo con las curvas de calibración producidas anteriormente.

(Medición del punto de fusión de la resina de polipropileno, resina de polietileno, y composición de resina de polipropileno)

Se midió un punto de fusión  $t_m$  de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, la resina de polietileno C, y la composición de resina de polipropileno X 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 máxima de fusión en un segundo aumento de temperatura en una curva de 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/minuto para fundir la resina de polipropileno, (ii) bajar la temperatura de 220 °C a 40 °C a una velocidad de enfriamiento de 10 °C/minuto para cristalizar la resina de polipropileno (partículas de resina de polipropileno) y después (iii) elevar nuevamente la temperatura de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto.

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

Se usaron aproximadamente de 3 g o más hasta 10 g o menos de las partículas de resina de polipropileno expandido obtenidas. Después, las partículas de resina de polipropileno expandido se secaron a 60 °C durante 6 horas, y después se sometieron a acondicionamiento en interiores a 23 °C y a una humedad del 50 %. Después, después de medir un peso  $w$  (g) de las partículas de resina de polipropileno expandido, un volumen  $v$  (cm<sup>3</sup>) de las partículas de resina de polipropileno expandido se midió mediante la inmersión de las partículas resultantes, de manera que se obtuvo una gravedad específica absoluta ( $p_b = w/v$ ) de las partículas expandidas. Después, basado en una relación de la gravedad específica absoluta a una densidad ( $p_r$ ) de las partículas de resina de polipropileno antes de la formación de espuma, se calculó una relación de expansión ( $K = p_r/p_b$ ). Tenga en cuenta que en cada uno de los ejemplos y ejemplos comparativos, la densidad ( $p_r$ ) de las partículas de resina de polipropileno antes de la formación de espuma fue de 0,9 g/cm<sup>3</sup>.

(Diámetro promedio de celda de partícula de resina de polipropileno expandida)

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

(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  $[\frac{Q_h}{Q_l + Q_h}] \times 100 (\%)$  en base a una curva de DSC en un primer aumento de temperatura (ver Figura 2) que se obtuvo con el uso de un calorímetro de barrido diferencial (fabricado por Seiko Instruments Inc., modelo: DSC6200) al elevar 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/minuto. En el DSC obtenido ilustrado en la Figura 2, una cantidad completa de calor de fusión ( $Q=Q_l+Q_h$ ), que es la suma de una cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura ( $Q_l$ ) y una cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura ( $Q_h$ ), 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 en la que termina la fusión en un lado de alta temperatura y (ii) la curva de DSC. La cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura ( $Q_l$ ) se indica por una parte rodeada por un segmento de línea A-D, un segmento de línea C-D y la curva de DSC, y la cantidad de calor de fusión ( $Q_h$ ) del lado de alta temperatura se indica por una parte rodeada por un segmento de línea B-D, el segmento de línea C-D y la curva de DSC donde (i) un punto C es un punto en el que la cantidad de absorción de calor entre dos regiones de cantidad de calor de fusión en la curva de DSC es la más pequeña, las dos regiones de cantidad de calor de fusión que son 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 que el segmento de línea A-B intersecta una línea que se dibuja de manera que se extiende, paralela a un eje Y, desde el punto C hacia el segmento de línea A-B.

(Medición por DSC de partículas de resina de polipropileno expandido a una velocidad de calentamiento de 2 °C/min.)

La medición de DSC se realizó con el uso de un calorímetro de barrido diferencial (fabricado por Seiko Instruments Inc., modelo: DSC6200) al elevar una temperatura de 1 mg a 3 mg de partículas de resina de polipropileno expandido de 40 °C a 200 °C a velocidad de calentamiento de 2 °C/minuto.

(Evaluación de moldeabilidad)

Con el uso de una máquina de moldeo de poliolefina (fabricada por DAISEN Co., Ltd., KD-345), (i) un molde, que permite un producto moldeado expandido en molde con forma de placa que tiene un tamaño de longitud 300 mm × 400 mm de ancho × 50 mm de espesor, se rellenó con partículas expandidas mientras que el agrietamiento fue de 5 mm, cuyas partículas preparadas previamente para que las partículas de resina de polipropileno expandido tuvieran una presión de aire interna como se muestra en la Tabla 2 o 3 y (ii) las partículas expandidas se moldearon con calor y se comprimieron en un 10 % en direcciones del espesor. Esto dio como resultado un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno en forma de placa que tenía un tamaño de longitud 300 mm x 400 mm de ancho x 50 mm de espesor. Al hacerlo, después de que el molde se llenó con las partículas de resina de polipropileno expandido y el molde se cerró completamente, el aire en el molde se purgó mediante el uso de vapor que tenía una presión de 0,1 MPa (presión manométrica) (etapa de precalentamiento), las partículas de resina de polipropileno se moldearon por calor durante 10 segundos. mediante el uso de vapor de calentamiento que tiene una cierta presión de moldeo (etapa de calentamiento de ambas superficies). Esto dio como resultado un producto moldeado expandido en molde. El producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno obtenido (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 extrajo nuevamente y se dejó a temperatura ambiente por 24 horas. Después, se evaluaron la fusibilidad y una propiedad de superficie. Tenga en cuenta que durante el moldeo por formación de espuma en molde, el producto moldeado expandido en molde se moldeó mientras que la presión de moldeo (presión de vapor) en el paso de calentamiento de ambas superficies se cambió en incrementos de 0,01 MPa. La presión de moldeo más baja, a la cual un producto moldeado expandido en molde cuya fusibilidad se evaluó como "buena" o "excelente" en la evaluación de <Fusibilidad> se obtuvo (ver más abajo), se consideró como una presión de moldeo mínima. Un producto moldeado expandido en molde moldeado con la presión de moldeo mínima se sometió a (i) evaluación de la apariencia de la superficie, (ii) medición de la densidad del producto moldeado y (iii) medición de la resistencia a la compresión tensada al 50 %.

<Fusibilidad>

Al producto moldeado expandido en molde así obtenido (i) se le realizaron muescas en 5 mm en una dirección de espesor con el uso de un cortador y (ii) se escindió a mano. Se observó una superficie escindida mediante inspección visual, y se obtuvo un porcentaje de hendiduras en partículas expandidas y sin hendiduras en las interfaces de las partículas expandidas. Después, la fusibilidad se juzgó por los siguientes criterios:

Excelente: El porcentaje de hendiduras en las partículas expandidas fue del 80 % o más.

Bueno: El porcentaje de hendiduras en las partículas expandidas fue del 60 % o más hasta menos del 80 %.

Fallo: El porcentaje de hendiduras en las partículas expandidas era inferior al 60 % (la fusibilidad era tan baja que el porcentaje de hendiduras que aparecían en las interfaces de las partículas expandidas en la superficie escindida era más del 40 %).

<Apariencia de la superficie (parte de la superficie)>

Se observó por inspección visual una superficie que tenía una longitud de 300 mm y un ancho de 400 mm del producto moldeado expandido en molde obtenido, y se juzgó una propiedad de superficie según los criterios que se indican a continuación. Para juzgar la propiedad de la superficie, los espacios entre partículas (espacios entre partículas de resina de polipropileno expandido), que sirve como uno de los índices para evaluar la propiedad de la superficie, se contaron, mediante inspección visual, en una superficie de 50 mm por lado en un parte central del producto moldeado.



EE (extraordinariamente excelente): No hay espacio entre partículas o un espacio entre partículas; no hay irregularidades notables en la superficie; no hay arrugas ni contracciones y, por lo tanto, la superficie es hermosa.

VE (Muy excelente): Hay dos o tres espacios entre partículas; no hay irregularidades notables en la superficie; no hay arrugas ni contracciones y, por lo tanto, la superficie es hermosa.

5 E (excelente): Hay cuatro o cinco espacios entre partículas; no hay irregularidades notables en la superficie; no hay arrugas ni contracciones y, por lo tanto, la superficie es hermosa.

G (bueno): Se observan seis o más espacios entre partículas, o se observan algunas irregularidades en la superficie, contracción o arrugas.

10 F (fallo): Los espacios entre partículas, la irregularidad de la superficie, la contracción o las arrugas son notables en toda la superficie observada.

<Apariencia de la superficie (parte del borde)>

15 E (excelente): Una parte del borde (parte de la cresta), en la cual dos superficies del producto moldeado expandido en el molde obtenido se cruzan, no presentaba irregularidades resultantes de las partículas de resina de polipropileno expandido y tenía una cresta transparente formada; la transferibilidad del molde es buena. Incluso si la parte del borde se frotaba con un dedo, las partículas expandidas no se despegaban.

20 F (fallo): La irregularidad resultante de las partículas de resina de polipropileno expandido fue notable en una parte del borde (parte de la cresta); no se formó una cresta clara; la transferibilidad del molde fue pobre. Si la parte del borde se frotaba con un dedo, las partículas expandidas se despegaban fácilmente.

(Densidad de producto moldeado)

25 Se cortó una pieza de prueba, que tenía un tamaño de longitud 50 mm × 50 mm de ancho × 25 mm de espesor, sustancialmente desde una parte central del producto moldeado expandido en molde obtenido. Tenga en cuenta que la pieza de prueba tenía un grosor de 25 mm al cortar, en aproximadamente 12,5 mm, cada una de las partes que contenían las capas superficiales respectivas del producto moldeado expandido en molde. Se midió un peso W (g) de la pieza de prueba, y se midió la longitud, el ancho, y el grosor de la pieza de prueba con el uso de un calibrador, de manera que un volumen V (cm<sup>3</sup>) de la pieza de prueba se calculó. Después, se obtuvo una densidad de producto  
30 moldeada por W/V. Tenga en cuenta que se realizó una conversión de unidad a g/L en un valor calculado así obtenido.

(resistencia a la compresión tensada al 50 % y evaluación)

35 La pieza de prueba, cuya densidad de producto moldeada se midió, se sometió a una prueba de resistencia a la compresión. Específicamente, una resistencia de compresión de la pieza de prueba cuando la pieza de prueba se comprimió en un 50 % a una velocidad de 10 mm/minuto se midió con el uso de una máquina de prueba de tensión y compresión (fabricada por Minebea Co., Ltd., serie TG) de conformidad con NDZ-Z0504. En adición, la resistencia a la compresión tensada al 50 % se evaluó como sigue.

40 Se cumple la siguiente fórmula (1): A  
La siguiente fórmula (1) no se cumple: B

$$45 \quad \frac{[\text{resistencia a la compresión tensada al 50 \% (MPa)}]}{[\text{Densidad del producto moldeado (g/L)}] + 0,018 \dots (1)} \geq 0,0069 \times$$

(Ejemplos del 1 al 16 y ejemplos comparativos del 1 al 11)

50 [Producción de partículas de resina de polipropileno]

55 La resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, la resina de polietileno C, y los aditivos se mezclaron en las cantidades mostradas en las Tablas 2 y 3 con el uso de un mezclador. Cada una de las mezclas obtenidas se fundió y amasó a una temperatura de la resina de 220 °C y se extruye 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 que tenía una longitud de 2 m, y después se cortó. Esto dio como resultado partículas de resina de polipropileno (1,2 mg por partícula).

60 [Producción de partículas expandidas de primera etapa y partículas expandidas de segunda etapa]

65 100 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, 0,06 partes en peso de soda de n-parafina ácido sulfónico como agente auxiliar de dispersión, y 5,8 partes en peso de dióxido de carbono como agente espumante se colocaron en un recipiente resistente a la presión de 10 L. Mientras se agitaba el líquido de dispersión resultante, la temperatura del líquido de dispersión se elevó a una temperatura de formación de espuma que se

muestra en una parte correspondiente en la Tabla 2 o 3, y el líquido de dispersión se retuvo a la temperatura de formación de espuma durante 10 minutos. Después, se inyectó dióxido de carbono adicionalmente en el recipiente resistente a la presión, de manera que la presión de formación de espuma se ajustó al valor que se muestra en una parte correspondiente en la Tabla 2 o 3. Después, la presión de formación de espuma se retuvo durante 30 minutos.

Después, se abrió una válvula en una parte inferior del recipiente resistente a la presión mientras se inyectó dióxido de carbono en el recipiente resistente a la presión de manera que se mantuvieron la temperatura y la presión en el recipiente 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 que tenía un diámetro de abertura de 3,6 mm, de manera que se obtuvieron partículas de resina de polipropileno expandido (partículas expandidas de la primera etapa). Se midió una relación de cantidad de calor a alta temperatura, un diámetro de celda, y una relación de expansión de las partículas expandidas de la primera etapa así obtenidas. Los resultados se muestran en una parte correspondiente de la Tabla 2 o 3. Tenga en cuenta que las partículas de resina de polipropileno expandido se sometieron a una medición por DSC a una velocidad de calentamiento de 2 °C/minuto. En cada uno de los ejemplos del 1 al 16 y los ejemplos comparativos del 1 al 11, la curva de DSC mostró el total de tres picos endotérmicos que son (i) un pico endotérmico principal en un intervalo de 130 °C a 145 °C, (ii) un alto pico de temperatura en un lado de alta temperatura del pico endotérmico principal, y (iii) un pico basado en la resina de polietileno C en un intervalo de 110 °C a 137 °C. En el Ejemplo 16 y en el Ejemplo comparativo 9, se obtuvieron partículas expandidas de la segunda etapa mediante la introducción de las partículas expandidas de la primera etapa obtenidas en un recipiente resistente a la presión, la aplicación de una presión interna predeterminada a las partículas expandidas de la primera etapa por impregnación de aire, y después el calentamiento de las partículas expandidas de la primera etapa con el uso de vapor.

[Producción de producto moldeado expandido en molde]

Las partículas expandidas de la primera etapa obtenidas o las partículas expandidas de la segunda etapa obtenidas se introdujeron en un recipiente resistente a la presión. Después, el aire presurizado se impregnó de manera que la presión interna de las partículas expandidas se ajustó de antemano como se muestra en una parte correspondiente de la Tabla 2 o 3. Después, (i) un molde, que permite obtener un producto moldeado expandido en forma de placa con un tamaño de 300 mm de longitud × 400 mm de ancho × 50 mm de espesor, se llenó con las partículas de resina de polipropileno expandido mientras se agrietaba 5 mm, cuyas partículas de resina de polipropileno expandido tenían la presión interna ajustada y (ii) las partículas expandidas se moldearon por calor mediante su compresión en un 10 % en direcciones del espesor. Esto dio como resultado un producto moldeado expandido en forma de placa en molde que tiene un tamaño de longitud de 300 mm x 400 mm de ancho x 50 mm de espesor. Al hacerlo, después de que el molde se llenó con las partículas de resina de polipropileno expandido que tenían la presión interna ajustada y el molde se cerró completamente, se purgó el aire en el molde mediante vapor (etapa de precalentamiento) y después se realizó una etapa de calentamiento de una superficie y una etapa de calentamiento en otra superficie. Posteriormente, las partículas de resina de polipropileno expandido se moldearon por calor durante 10 segundos mediante el uso de vapor de calentamiento que tiene una cierta presión de moldeo (etapa de calentamiento de ambas superficies). Esto dio como resultado un producto moldeado expandido en molde. Tenga en cuenta que (i) la etapa de precalentamiento se llevó a cabo durante 10 segundos, (ii) la etapa de calentamiento de una superficie se llevó a cabo durante 2 segundos, (iii) la etapa de calentamiento de otra superficie se llevó a cabo durante 2 segundos, y (iv) la etapa de calentamiento de ambas superficies se llevó a cabo durante 10 segundos como se describió anteriormente. Obsérvese, además, que el producto moldeado expandido en molde se preparó mientras se cambiaba la presión de moldeo (presión de vapor) en incrementos de 0,01 MPa en la etapa de calentamiento de ambas superficies. Las Tablas 2 y 3 muestran los resultados de la evaluación de la moldeabilidad, medición de la densidad del producto moldeado, y medición de la resistencia a la compresión tensada al 50 %.

[Tabla 2] ("PBW" significa "parte en peso".)

|                           |                                                        | Ejemplos |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|--------------------------------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
|                           |                                                        | 1        | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| Resina de polipropileno A | Resina de polipropileno A-1                            | PBW      | 60   | 50   | 70   | 65   | 50   | 74   | 60   |
|                           | Resina de polipropileno A-2                            | PBW      |      |      |      |      |      |      | 50   |
|                           | Resina de polipropileno A-3                            | PBW      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Resina de polipropileno B-1                            | PBW      | 35   | 45   | 25   | 34   | 49   | 25   | 30   |
| Resina de polipropileno B | Resina de polipropileno B-2                            | PBW      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Resina de polipropileno B-3                            | PBW      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Resina de polietileno C-1                              | PBW      | 5    | 5    | 5    | 1    | 1    | 1    | 10   |
| Resina de polietileno C   | Resina de polietileno C-2                              | PBW      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Resina de polietileno C-3                              | PBW      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Resina de polietileno C-4                              | PBW      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Talco                                                  | PBW      | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Aditivo                   | Polietilenglicol                                       | PBW      | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  |
|                           | Negro de humo                                          | PBW      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           |                                                        |          |      |      |      |      |      |      |      |
| Propiedad física          | Punto de fusión basado en las resinas de polipropileno | °C       | 146  | 147  | 145  | 146  | 147  | 144  | 145  |
|                           | Punto de fusión basado en las resinas de polietileno   | °C       | 130  | 130  | 130  | 130  | 130  | 130  | 130  |

[Tabla 2] (continuación) ("PBW" significa "parte en peso".)

|                                         |                                                              | Ejemplos |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                         |                                                              | 1        | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| Formación de espuma de la primera etapa | Condiciones de formación de espuma                           | PBW      |       |       |       |       |       |       |       |
|                                         | Temperatura de formación de espuma                           | 149      | 150   | 147   | 149   | 150   | 147   | 149   | 150   |
|                                         | Presión de formación de espuma (presión manométrica)         | 3,3      | 3,3   | 3,3   | 3,3   | 3,3   | 3,3   | 3,3   | 3,3   |
|                                         | Relación de cantidad de calor a alta temperatura             | 21       | 20    | 22    | 21    | 21    | 23    | 20    | 20    |
| Formación de espuma de la segunda etapa | Propiedad física                                             |          |       |       |       |       |       |       |       |
|                                         | Diametro de celda promedio                                   | 130      | 120   | 130   | 140   | 130   | 140   | 110   | 100   |
|                                         | Relación de expansión                                        | 20       | 21    | 19    | 21    | 20    | 19    | 21    | 21    |
|                                         | Presión interna de la partícula expandida (Presión absoluta) | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Producto moldeado expandido en molde    | Condiciones de formación de espuma                           |          |       |       |       |       |       |       |       |
|                                         | Presión de calentamiento (presión manométrica)               | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                         | Relación de cantidad de calor a alta temperatura             | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                         | Propiedad física                                             |          |       |       |       |       |       |       |       |
| Producto moldeado expandido en molde    | Diametro de celda promedio                                   | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                         | Relación de expansión                                        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                         | Presión interna de la partícula expandida (Presión absoluta) | 0,2      | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   |
|                                         | Presión de molde mínima (presión manométrica)                | 0,19     | 0,19  | 0,18  | 0,19  | 0,20  | 0,19  | 0,18  | 0,18  |
| Producto moldeado expandido en molde    | Apariencia de la superficie                                  | EE       | EE    | EE    | VE    | VE    | VE    | VE    | VE    |
|                                         | Parte de la superficie                                       | E        | E     | E     | E     | E     | E     | E     | E     |
|                                         | Parte del borde                                              | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                         | Densidad del producto moldeado                               | 30       | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    |
| Propiedad física                        | Resistencia a la compresión tensada al 50 %                  | 0,232    | 0,234 | 0,230 | 0,233 | 0,235 | 0,230 | 0,227 | 0,230 |
|                                         | MPa                                                          |          |       |       |       |       |       |       |       |

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

[Tabla 2] (continuación) ("PBW" significa "parte en peso".)

|                                         |                                                              | Ejemplos |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                         |                                                              | 9        | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   |
| Formación de espuma de la primera etapa | Condiciones de formación de espuma                           | PBW      | 5,8  | 5,8  | 5,8  | 5,8  | 5,8  | 5,0  | 5,2  |
|                                         | Temperatura de formación de espuma                           | °C       | 147  | 151  | 148  | 149  | 149  | 152  | 151  |
|                                         | Presión de formación de espuma (presión manométrica)         | MPa      | 3,3  | 3,3  | 3,3  | 3,3  | 3,3  | 2,6  | 2,8  |
|                                         | Relación de cantidad de calor a alta temperatura             | %        | 21   | 21   | 21   | 21   | 20   | 22   | 20   |
|                                         | Dámetro de celda promedio                                    | µm       | 110  | 140  | 130  | 120  | 110  | 160  | 140  |
| Formación de espuma de la segunda etapa | Relación de expansión                                        | Veces    | 20   | 21   | 20   | 20   | 21   | 10   | 13   |
|                                         | Presión interna de la partícula expandida (Presión absoluta) | MPa      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,35 |
|                                         | Presión de calentamiento (presión manométrica)               | MPa      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,06 |
|                                         | Relación de cantidad de calor a alta temperatura             | %        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 19   |
|                                         | Dámetro de celda promedio                                    | µm       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 150  |
| Producto moldeado expandido en molde    | Relación de expansión                                        | Veces    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 30   |
|                                         | Presión interna de la partícula expandida (Presión absoluta) | MPa      | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
|                                         | Presión de moldeado mínima (presión manométrica)             | MPa      | 0,17 | 0,20 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 0,18 |
|                                         |                                                              |          |      |      |      |      |      |      |      |
|                                         |                                                              |          |      |      |      |      |      |      |      |

|                  |                             |                                                              |     |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Propiedad física | Apariencia de la superficie | Parte de la superficie                                       | -   | VE    | EE    | EE    | EE    | EE    | EE    | EE    |
|                  |                             | Parte del borde                                              | -   | E     | E     | E     | E     | E     | E     | E     |
|                  |                             | Densidad del producto moldeado                               | g/L | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 20    |
|                  |                             | Resistencia a la compresión tensada al 50 %                  | MPa | 0,226 | 0,233 | 0,231 | 0,225 | 0,225 | 0,232 | 0,190 |
|                  |                             | Evaluación de la resistencia a la compresión tensada al 50 % | MPa | A     | A     | A     | A     | A     | A     | A     |

[Tabla 3] ("PBW" significa "parte en peso").

|                           |                                                       | Ejemplos comparativos |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                           |                                                       | 1                     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| Resina de polipropileno A | Resina de polipropileno A-1 de PBW                    | 80                    | 40   | 60   | 55   |      | 60   | 60   | 60   | 100  |      |      |
|                           | Resina de polipropileno A-2 de PBW                    |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Resina de polipropileno A-3 de PBW                    |                       |      |      |      | 60   |      |      |      |      |      |      |
| Resina de polipropileno B | Resina de polipropileno B-1 de PBW                    | 15                    | 55   | 40   | 30   | 35   |      | 35   | 35   |      | 100  | 95   |
|                           | Resina de polipropileno B-2 de PBW                    |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Resina de polipropileno B-3 de PBW                    |                       |      |      |      |      | 35   |      |      |      |      |      |
| Resina de polietileno C   | Resina de polietileno C-1 de PBW                      | 5                     | 5    |      | 15   | 5    | 5    |      |      |      |      | 5    |
|                           | Resina de polietileno C-2 de PBW                      |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | Resina de polietileno C-3 de PBW                      |                       |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |
|                           | Resina de polietileno C-4 de PBW                      |                       |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |
| Aditivo                   | Talco de PBW                                          | 0.05                  | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
|                           | Polietilenglicol de PBW                               | 0.5                   | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  |
| Propiedad física          | Punto de fusión basado en resinas de polipropileno °C | 141                   | 148  | 146  | 145  | 148  | 141  | 146  | 146  | 134  | 153  | 152  |
|                           | Punto de fusión basado en resina de polietileno °C    | 130                   | 130  |      | 130  | 130  | 130  | 114  | 137  |      |      | 130  |



|                                         |                                    |                                                             | Ejemplos comparativos |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |
|-----------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|                                         |                                    |                                                             | 1                     | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9    | 10  | 11  |
| Formación de espuma de la primera etapa | Condiciones de formación de espuma | Cantidad de dióxido de carbono                              | PBW                   | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 6.5  | 5.8 | 5.8 |
|                                         |                                    | Temperatura de formación de espuma                          | °C                    | 145 | 151 | 149 | 149 | 145 | 149 | 149 | 135  | 154 | 153 |
|                                         |                                    | Presión de formación de espuma (presión manométrica)        | MPa                   | 3.4 | 3.2 | 3.3 | 3.3 | 3.4 | 3.3 | 3.3 | 3.4  | 3.0 | 3.0 |
|                                         |                                    | Relación de cantidad de calor a alta temperatura            | %                     | 21  | 20  | 22  | 18  | 22  | 21  | 22  | 20   | 22  | 21  |
| Formación de espuma de la segunda etapa | Condiciones de formación de espuma | Diámetro de celda promedio                                  | µm                    | 100 | 120 | 140 | 100 | 120 | 100 | 110 | 100  | 130 | 120 |
|                                         |                                    | Relación expansión                                          | Veces                 | 18  | 22  | 19  | 18  | 18  | 21  | 20  | 14   | 21  | 20  |
|                                         |                                    | Presión interna de partículas expandidas (presión absoluta) | MPa                   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 0.35 | -   | -   |
|                                         |                                    | Presión calentamiento (presión manométrica)                 | MPa                   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 0.05 | -   | -   |
| Producto moldeado                       | Propiedad física                   | Relación de cantidad de calor a alta temperatura            | %                     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 19   | -   | -   |
|                                         |                                    | Diámetro de celda promedio                                  | µm                    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 110  | -   | -   |
|                                         |                                    | Relación expansión                                          | Veces                 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 21   | -   | -   |
|                                         |                                    | Presión interna de partículas expandidas (presión absoluta) | MPa                   | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2  | 0.2 | 0.2 |

| expandido<br>en molde |                                                                                |                                                         | Ejemplos comparativos |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       |                                                                                |                                                         |                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       |                                                                                |                                                         | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|                       | Presión mínima de<br>moldeo (presión<br>manométrica)                           | MPa                                                     | 0.18                  | 0.24  | 0.20  | 0.17  | 0.24  | 0.19  | 0.18  | 0.20  | 0.17  | 0.28  | 0.27  |
|                       |                                                                                | Parte de<br>la<br>superficie                            | EE                    | EE    | E     | E     | EE    | EE    | VE    | G     | E     | E     | E     |
|                       |                                                                                | Apariencia<br>superficial                               |                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       |                                                                                | Parte del<br>borde                                      | E                     | E     | E     | E     | E     | E     | E     | E     | E     | E     | E     |
| Propiedad<br>física   | Densidad<br>producto moldeado                                                  | q/L                                                     | 30                    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    |
|                       |                                                                                | resistencia<br>a la<br>compresión<br>forzada<br>al 50 % | 0.200                 | 0.237 | 0.232 | 0.175 | 0.235 | 0.215 | 0.180 | 0.232 | 0.195 | 0.270 | 0.260 |
|                       | Evaluación<br>de la<br>resistencia<br>a la<br>compresión<br>forzada<br>al 50 % | -                                                       | B                     | A     | A     | B     | A     | B     | B     | A     | B     | A     | A     |

Las comparaciones entre los productos moldeados que tienen densidades de producto moldeadas sustancialmente idénticas indican que (i) aquellos en los Ejemplos pueden moldearse con una presión de moldeo baja y exhiben una mayor resistencia a la compresión tensada al 50 % y (ii) aquellos en los Ejemplos comparativos exhiben una compresión tensada al 50 % disminuida con una baja presión de moldeo y demandan una mayor presión de moldeo para una alta resistencia a la compresión tensada al 50 %.

La presente invención no se limita a las realizaciones y ejemplos descritos anteriormente, sino que puede alterarse por un experto en la materia dentro del alcance de las reivindicaciones. La presente invención también abarca, en su alcance técnico, cualquier realización derivada de la combinación de medios técnicos descritos en diferentes realizaciones y ejemplos. Además, es posible formar una nueva característica técnica mediante la combinación de los medios técnicos descritos en las realizaciones y ejemplos respectivos.

#### Aplicabilidad industrial

La presente invención puede usarse para la producción de, por ejemplo, materiales interiores de automóviles, materiales de núcleo de parachoques de automóviles, materiales aislantes térmicos, materiales de embalaje que absorben los golpes, y recipientes retornables.

#### Lista de signos de referencia

T<sub>m</sub> (pp): Punto máximo de fusión de la composición de resina de polipropileno X basado en los puntos de fusión respectivos de la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B en la curva de DSC del segundo aumento de temperatura

T<sub>m</sub> (pe): Punto de fusión máximo de la composición de resina de polipropileno X basado en el punto de fusión de la resina de polietileno C en la curva de DSC del segundo aumento de temperatura

Punto A: Cantidad de absorción de calor de partículas de resina de polipropileno expandido a 80 °C en la curva de DSC del primer aumento de temperatura

Punto B: Cantidad de absorción de calor de partículas de resina de polipropileno expandido a temperatura a la que la fusión en el lado de alta temperatura termina en la curva de DSC del primer aumento de temperatura

Punto C: Punto en el que la cantidad de absorción de calor de las partículas de resina de polipropileno expandido se vuelve más pequeña entre dos regiones de cantidad de calor de fusión en la curva de DSC del primer aumento de temperatura, las dos regiones de cantidad de calor de fusión son la región de cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura y la región de cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura

Punto D: Punto en el que el segmento de línea A-B cruza la línea que se dibuja para extenderse, paralela al eje Y, desde el punto C hacia el segmento de línea A-B en la curva de DSC del primer aumento de temperatura de las partículas de resina de polipropileno expandido

Q<sub>h</sub>: Cantidad de calor de fusión del lado de alta temperatura de partículas de resina de polipropileno expandido en la curva de DSC del primer aumento de temperatura

Q<sub>l</sub>: Cantidad de calor de fusión del lado de baja temperatura de partículas de resina de polipropileno expandido en la curva de DSC del primer aumento de temperatura

## REIVINDICACIONES

1. Una partícula de resina de polipropileno expandido que comprende:  
una composición de resina de polipropileno X que sirve como una resina de material base, la composición de resina de polipropileno X que incluye:  
una resina de polipropileno A que tiene un punto de fusión de 140 °C o inferior;  
una resina de polipropileno B que tiene un punto de fusión de 145 °C o superior; y  
una resina de polietileno C que tiene un punto de fusión de 120 °C o superior a 135 °C o inferior,  
la resina de polipropileno A representa del 50 % en peso o más hasta el 75 % en peso o menos, la resina de polipropileno B representa del 25 % en peso o más hasta el 50 % en peso o menos, y la resina de polietileno C representa del 1 % en peso o más hasta el 10 % en peso o menos, con respecto a una cantidad total de la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C como 100 % en peso, el punto de fusión de las resinas se mide como se describe en los ejemplos de la descripción.
2. La partícula de resina de polipropileno expandido como se establece en la reivindicación 1, en donde la resina de polipropileno A es un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.
3. La partícula de resina de polipropileno expandido como se establece en la reivindicación 1 o 2, en donde la resina de polipropileno B es un copolímero aleatorio de propileno-etileno o un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.
4. La partícula de resina de polipropileno expandido como se establece en cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 3, en donde el punto de fusión de la resina de polietileno C es de 125 °C o superior hasta 135 °C o inferior.
5. La partícula de resina de polipropileno expandido como se establece en cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 4, en donde un punto de fusión de la composición de resina de polipropileno X es de 140 °C o superior hasta 150 °C o inferior,  
en donde el punto de fusión de la composición de resina de polipropileno X se mide con el uso de un calorímetro de barrido diferencial DSC, en donde el punto de fusión  $t_m$  se encuentra como una temperatura máxima de fusión en un segundo aumento de temperatura en una curva de DSC obtenida al (i) elevar un temperatura de 5 mg a 6 mg de la resina de polipropileno de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto para fundir la resina de polipropileno, (ii) bajar la temperatura de 220 °C a 40 °C a una velocidad de enfriamiento de 10 °C/min, para cristalizar la resina de polipropileno X y después (iii) elevar nuevamente la temperatura de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto.
6. La partícula de resina de polipropileno expandido como se establece en cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 5, en donde la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B son resinas de polipropileno de Ziegler-Natta.
7. Un producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno que usa partículas de resina de polipropileno expandido según cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 6.
8. El producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno como se establece en la reivindicación 7, en donde el producto moldeado expandido en molde de resina de polipropileno tiene una densidad y una resistencia a la compresión tensada al 50 % que se relacionan para satisfacer la siguiente Fórmula (1):
$$[\text{resistencia a la compresión tensada al 50 \% (MPa)}] \geq 0,0069 \times [\text{densidad del producto moldeado (g/L)}] + 0,018 \dots (1),$$
en donde la resistencia a la compresión tensada al 50 % se determina mediante el sometimiento de una pieza de prueba, cuya densidad de producto moldeada se midió, a una prueba de resistencia a la compresión, en donde una resistencia de compresión de la pieza de prueba cuando la pieza de prueba se comprime un 50 % a una velocidad de 10 mm/minuto se mide con el uso de una máquina de prueba de tensión y compresión de conformidad con NDZ-Z0504.
9. Un método para producir partículas de resina de polipropileno expandido, que comprende la etapa de:  
obtener partículas de resina de polipropileno expandido por  
(i) colocar partículas de resina de polipropileno, agua, y un agente espumante de gas inorgánico en un recipiente resistente a la presión, de manera que se obtenga una mezcla, las partículas de resina de polipropileno comprenden:  
una composición de resina de polipropileno X que sirve como una resina de material base, la composición de resina de polipropileno X que incluye:  
del 50 % en peso o más hasta el 75 % en peso o menos de una resina de polipropileno A que tiene un punto de fusión de 140 °C o inferior;

- del 25 % en peso o más hasta el 50 % en peso o menos de una resina de polipropileno B que tiene un punto de fusión de 145 °C o superior; y  
del 1 % en peso o más hasta el 10 % en peso o menos de una resina de polietileno C que tiene un punto de fusión de 120 °C o superior hasta 135 °C o inferior,
- 5 la resina de polipropileno A, la resina de polipropileno B, y la resina de polietileno C representan el 100 % en peso en total, el punto de fusión de las resinas se mide como se describe en los ejemplos de la descripción.
- (ii) dispersar las partículas de resina de polipropileno y el agente espumante de gas inorgánico en el agua mientras se agitan las partículas de resina de polipropileno y el agente espumante de gas inorgánico, de manera que se obtiene un líquido de dispersión,
- 10 (iii) aumentar la temperatura y la presión en el recipiente resistente a la presión, y después  
(iv) liberar el líquido de dispersión en el recipiente resistente a la presión en una región que tiene una presión inferior a la presión interna del recipiente resistente a la presión, de manera que las partículas de resina de polipropileno se espuman.
- 15 10. El método como se establece en la reivindicación 9, en donde la resina de polipropileno A es un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.
11. El método como se establece en la reivindicación 9 o 10, en donde la resina de polipropileno B es un copolímero aleatorio de propileno-etileno o un copolímero aleatorio de propileno-etileno-1-buteno.
- 20 12. El método como se establece en cualquiera de las reivindicaciones de la 9 a la 11, en donde el punto de fusión de la resina de polietileno C es de 125 °C o superior hasta 135 °C o inferior.
13. El método como se establece en cualquiera de las reivindicaciones de la 9 a la 12, en donde el punto de fusión de la composición de resina de polipropileno X es de 140 °C o superior hasta 150 °C o inferior, en donde el punto de fusión de la composición de resina de polipropileno X se midió con el uso de un calorímetro de barrido diferencial DSC, en donde el punto de fusión  $t_m$  se encuentra como una temperatura máxima de fusión en un segundo aumento de temperatura en una curva de DSC obtenida al (i) elevar una temperatura de 5 mg a 6 mg de la resina de polipropileno de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto para fundir la resina de polipropileno, (ii) bajar la temperatura de 220 °C a 40 °C a una velocidad de enfriamiento de 10 °C/minuto, para cristalizar la resina de polipropileno X y después (iii) elevar nuevamente la temperatura de 40 °C a 220 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto.
- 25 30 14. El método como se establece en cualquiera de las reivindicaciones de la 9 a la 13, en donde la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B son resinas de polipropileno de Ziegler-Natta.
- 35

Figura 1

CURVA DE DSC DEL SEGUNDO AUMENTO DE TEMPERATURA DE LA COMPOSICIÓN  
DE RESINA DE POLIPROPILENO X

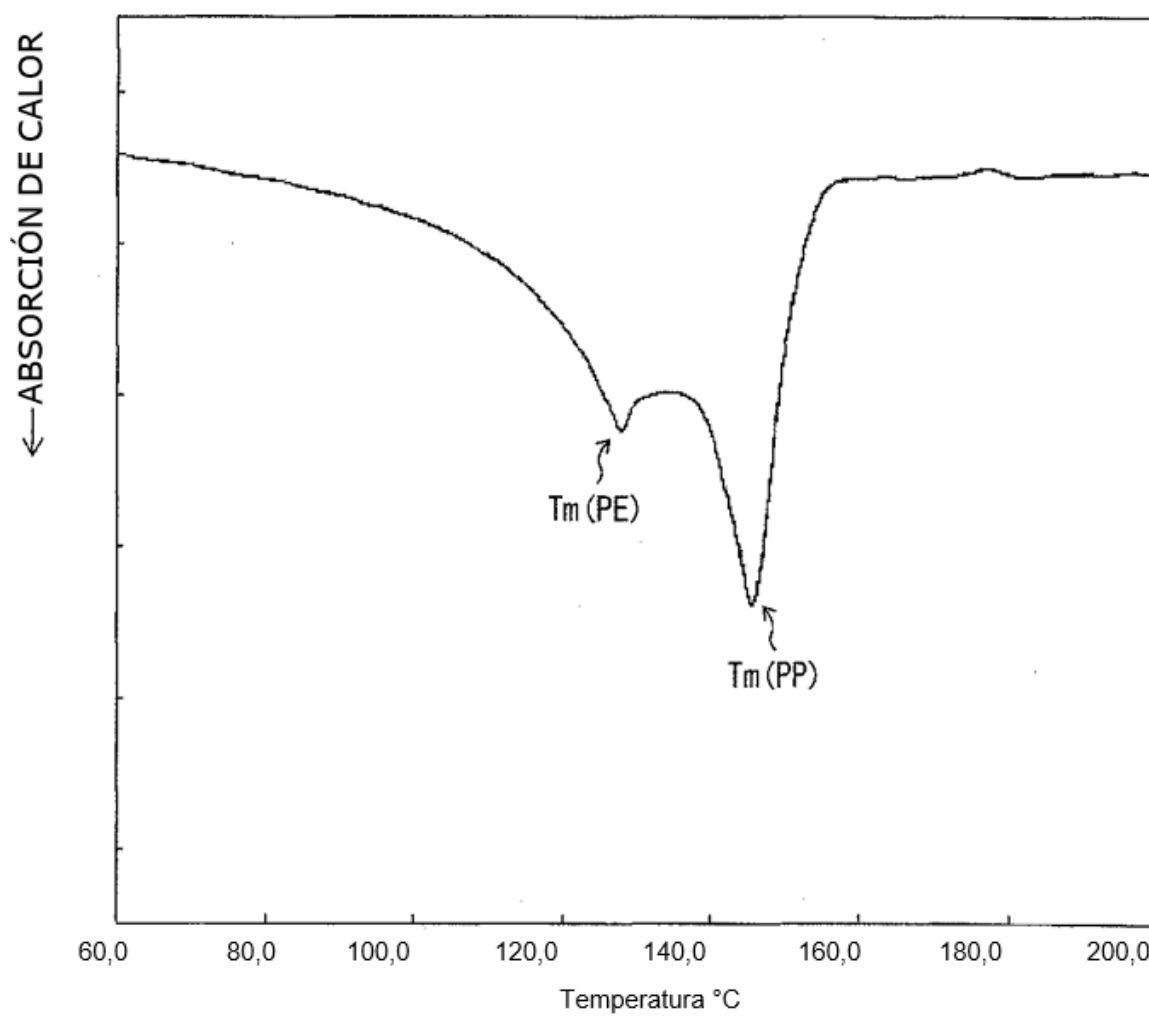


Figura 2

CURVA DE DSC DE LAS PARTÍCULAS DE RESINA DE POLIPROPILENO EXPANDIDA

