

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 209**

51 Int. Cl.:  
**C08J 9/12**

(2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08851110 .0**

96 Fecha de presentación: **18.11.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2217645**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2010**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un material de aislamiento térmico de espuma utilizando papel y fécula**

30 Prioridad:  
**19.11.2007 KR 20070117836**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.10.2012**

73 Titular/es:  
**GLOBAL ECO REFOAM LTD. (100.0%)  
Suite 901 B 9F Kinwick Center 32 Hollywood  
Road  
Central Hong Kong, HK**

72 Inventor/es:  
**KITAMURA, SHUSHI**

74 Agente/Representante:  
**PONTI SALES, Adelaida**

ES 2 389 209 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

Procedimiento de fabricación de un material de aislamiento térmico de espuma utilizando papel y fécula

- 5 **[0001]** En el presente documento se describen de forma general espumas degradables, con descripciones particulares de espumas, que están compuestas de féculas y polímeros, con características degradables en el entorno natural.
- 10 **[0002]** Los materiales de espuma poliméricos tienen unas buenas propiedades de aislamiento térmico y son útiles en diversas aplicaciones. Habitualmente se usan como materiales de construcción, de empaquetamiento, de protección, o de revestimiento. No obstante, los materiales de espuma poliméricos generan grandes volúmenes después de descartarlos, incrementando así el volumen de los vertederos. Además, los materiales de espuma poliméricos convencionales no son biodegradables o experimentan procesos de degradación lentos en entornos naturales, y por consiguiente pueden permanecer en el suelo durante un largo período de tiempo cuando se depositan bajo tierra. Cuando se incineran materiales de espuma poliméricos convencionales como alternativa al depósito en vertederos, los materiales de espuma poliméricos generan un calor o una entalpía elevados, a menudo causando de esta forma el daño de los incineradores. En particular, el hollín y los gases tóxicos generados a partir del polímero en el momento de la incineración o del fuego tienen que eliminarse adecuadamente, puesto que de lo contrario plantearían problemas peligrosos de salubridad. Por tanto, se han realizado diversos esfuerzos en el desarrollo de espumas que sean biodegradables y térmicamente resistentes, y se han seguido desarrollando durante los últimos años.
- 15 **[0003]** Aspectos de formas de realización de la presente invención se refieren a un material de espuma que sea respetuoso con el medio ambiente después de descartarlo, ya sea en forma de residuos para vertederos o incineración, y en procedimientos de producción de los mismos. El material de espuma es biodegradable e incluye una mezcla de fécula, polvo de papel, y resina biodegradable. Los procedimientos de producción del material se pueden realizar a presión de vapor para producir las características de espumación a gran escala comercial y de una manera eficiente.
- 25 **[0004]** En una forma de realización, el procedimiento de fabricación para la producción de los materiales de espuma incluye la espumación de un compuesto de espuma a presión de vapor. El compuesto de espuma se mezcla, se calienta en un extrusor, y se extruye a través de un troquel para formar un material de espuma. El compuesto de espuma puede estar constituido de polvo de papel, como polvo de madera, fécula, hojas de té molidas, y una resina polimérica. Se puede usar agua para producir una presión de vapor adecuada y/o cambiar la viscosidad del compuesto de espuma.
- 30 **[0005]** En una forma de realización, el procedimiento incluye el suministro de polvo de papel, fécula, y polipropileno como componente principal (o un compuesto de espuma) del material de aislamiento térmico ajustando la cantidad en peso de la fécula para que sea superior a la del polvo de papel, ajustando la relación ponderal del polipropileno para que no sea superior al 50 por ciento en peso (%) del componente principal, y ajustando la velocidad del flujo de fusión del polipropileno entre 1 y 15 g/10 min; añadiendo agua al componente principal para formar una mezcla húmeda y espumando la mezcla húmeda para proporcionar un material de aislamiento térmico de espuma. En otra forma de realización, se pueden añadir fibras vegetales para formar los materiales de aislamiento térmico de espuma. Las fibras vegetales se pueden seleccionar del grupo constituido por la madera, el tronco o el núcleo de la fruta de la caña de azúcar, el tallo del arroz, el tronco de la cebada, o sus combinaciones. Cada hebra de las fibras vegetales puede tener una longitud media entre 50 y 300  $\mu\text{m}$  y un grosor medio entre 10 y 30  $\mu\text{m}$ .
- 35 **[0006]** En una forma de realización, los materiales anteriores se extruyen a través de un extrusor. El extrusor puede tener diferentes formas o tipos de troqueles para producir un bloque de material de espuma o un bloque de material de espuma con hebras embebidas en él.
- 40 **[0007]** En una forma de realización, la relación ponderal del polvo de papel y la fécula está entre 1:4 y 2:3. En otra forma de realización, la relación ponderal del polipropileno está entre el 40% en peso y el 50% del peso del componente principal. El componente de fécula puede ser fécula de maíz. La velocidad del flujo de fusión del polipropileno se puede ajustar entre 3 y 13 g/10 min. El polvo de papel puede tener un tamaño máximo de partícula no superior a 0,3 mm.
- 45 **[0008]** En una forma de realización, el material de aislamiento térmico de espuma producido tiene una conductividad térmica no superior a 0,035 W/m-K, y una densidad no superior a 0,07 g/cm<sup>3</sup>.
- 50 **[0009]** Según otra forma de realización más de la presente invención, el procedimiento de fabricación del material de aislamiento térmico de espuma incluye la transformación de materia prima de papel en polvo de papel; la formación de una mezcla de bolitas de papel mezclando el polvo de papel con fécula y el ajuste de la cantidad en peso de fécula para que sea superior a la del polvo de papel; la introducción de la mezcla de bolitas de papel y
- 55
- 60

5 polipropileno en un extrusor; el ajuste de la relación ponderal del polipropileno para que no sea superior al 50 por ciento en peso (%) de la combinación de la mezcla de bolitas de papel y el polipropileno, y el ajuste de la velocidad del flujo de fusión del polipropileno entre 1 y 15 g/10 min; y la adición de agua a la combinación de la mezcla de bolitas de papel y el polipropileno para formar una mezcla húmeda y la espumación de la mezcla húmeda para proporcionar un material de aislamiento térmico de espuma. En una forma de realización, el polvo de papel tiene un tamaño máximo de partícula no superior a 0,3 mm.

10 **[0010]** En una forma de realización, la etapa de formación de la mezcla de bolitas de papel incluye la mezcla del polvo de papel con la fécula para formar un polvo mezclado; la adición de una disolución de alcohol polivinílico al polvo mezclado y la formación en mojado del polvo mezclado con el alcohol polivinílico para formar bolitas en mojado; y el secado de las bolitas formadas en mojado para formar la mezcla de bolitas de papel.

15 **[0011]** La Figura 1 es una representación esquemática de un bloque del material de espuma según una forma de realización de la presente invención;

**[0012]** La Figura 2 es una representación esquemática de un bloque del material de espuma con hebras de espuma según otra forma de realización de la presente invención; y

20 **[0013]** La Figura 3 es una representación esquemática de un proceso de producción del material de espuma según una forma de realización de la presente invención.

25 **[0014]** En la siguiente descripción detallada sólo se muestran y se describen ciertas formas de realización de ejemplo de la presente invención, a modo de ilustración. Los expertos en la materia reconocerán que la invención se puede concretar de muchas formas diferentes y no se debe interpretar que está limitada a las formas de realización expuestas en el presente documento. Los números de referencia designan elementos presentes a lo largo de toda la memoria descriptiva.

30 **[0015]** A continuación se describen con detalle materiales de espuma biodegradables y procedimientos para la producción de los mismos. Un material de espuma biodegradable según una forma de realización de la presente invención contiene polvo de papel, fécula, y una resina biodegradable como componente principal o una porción importante del material de espuma (o compuesto de espuma). Las características de conductividad térmica y densidad de los materiales de espuma son importantes para la aplicación de aislamiento térmico en construcción. Una baja conductividad térmica asegura una buena capacidad de aislamiento, una baja densidad hace que los materiales de espuma sean ligeros y más fáciles de manejar. La conductividad térmica y la densidad de un material de espuma están afectadas por las estructuras internas de la espuma, en particular por el porcentaje o grado de espumación, o en otras palabras, por la presencia de burbujas. Cuanto mayor es el grado de espumación menor es la conductividad térmica y la densidad. El grado de espumación se puede determinar mediante la viscosidad de fusión de las materias primas, que se puede controlar variando las condiciones del proceso de extrusión.

40 **[0016]** En una forma de realización, el material de espuma es un producto de reacción de una mezcla compuesta por polvo de papel, fécula, y una resina polimérica. En una forma de realización, la cantidad de fécula preferentemente es superior a la cantidad de polvo de papel. En una forma de realización, la relación ponderal del polvo de papel a fécula está entre 1:4 y 2:3. En una forma de realización, cuando la cantidad de polvo de papel es superior a la cantidad de fécula, la forma de las burbujas no tienen el aspecto deseado por lo que se puede reducir la capacidad de formación de espuma. En otra forma de realización, cuando la cantidad de fécula es excesivamente elevada, la moldeabilidad del material de espuma se puede reducir y al mismo tiempo, también se pueden reducir la resistencia térmica y la resistencia al agua del material de espuma. Por tanto, cuando la relación está dentro del intervalo especificado anterior, en particular, cuando se reduce la relación del polvo de papel a fécula, se puede mejorar la elasticidad del material de espuma. Es deseable una buena elasticidad del material de espuma puesto que mejora el comportamiento del material para la construcción cuando se usa como material aislante.

55 **[0017]** En diversas formas de realización, el polvo de papel se obtiene a partir de papel triturado, cartón, o a partir de papel o cartón desintegrado. En algunos casos se prefiere papel viejo debido al menor coste de las materias primas. En general, el papel viejo se usa para producir papel reciclado, mientras que el papel viejo de baja calidad se convierte en polvo de papel para su uso en compuestos, como en una de las formas de realización de la presente invención. Se puede usar polvo de papel de cualquier tamaño. En ciertas formas de realización, el polvo de papel tiene un tamaño máximo de partícula de 0,3 mm. En otras formas de realización, el tamaño de partícula del polvo de papel preferentemente es inferior a 0,3 mm.

60 **[0018]** La fécula actúa como material para la formación de espuma y como agente de relleno. Al mismo tiempo, la fécula presenta una buena capacidad de unión a fibras vegetales y, por tanto, puede actuar como aglutinante para la unión a fibras vegetales. Ejemplos no limitantes de materiales adecuados que se pueden usar para fécula incluyen maíz, trigo, arroz, tapioca, patata, y sus combinaciones.

5 **[0019]** Se usa resina polimérica para mejorar la resistencia mecánica de la espuma y al mismo tiempo mejorar la resistencia térmica. Ejemplos no limitantes de resinas poliméricas adecuadas incluyen resinas termoplásticas biodegradables, polipropileno, ácido poliláctico, polímeros de succinato como polietilensuccinato y polibutilensuccinato, policaprolactona, polihidroxialcanoato como polihidroxipropionato, polihidroxibutirato, y polihidroxivalerato, y copoliésteres incluyendo un componente aromático, y sus combinaciones. En una forma de realización, la resina polimérica es polipropileno. La cantidad de polipropileno se puede ajustar para que sea inferior al 50% en peso en relación al peso total en seco del compuesto de espuma.

10 **[0020]** Como se ha mencionado previamente, la estructura o el grado de espumación de un material de espuma tiene un impacto significativo sobre la capacidad de aislamiento del material. No obstante, en la práctica es casi imposible medir el grado de espumación. Por tanto, en diversas formas de realización, se seleccionan resinas poliméricas adecuadas basándose en la viscosidad de fusión de las resinas medida en las condiciones del proceso de extrusión, tal como por ejemplo la temperatura de extrusión. Por consiguiente, en una forma de realización, se usa polipropileno como componente principal en base al valor de su velocidad del flujo de fusión (VFF).

15 **[0021]** Los valores de VFF se usan como índice para la viscosidad de fusión de la resina polimérica. En diversas formas de realización, los valores de VFF se usan para definir las propiedades físicas deseadas del polipropileno. Los procedimientos de medición para la determinación de los valores de VFF están descritos en la International Standard ISO 1133 (Japanese Industrial Standard JIS K7210, que se incorpora en su totalidad en el presente documento por referencia). Hay dos procedimientos con los que se pueden determinar el valor de la VFF. El primer procedimiento supone la medición de la cantidad de extrusión de resina por unidad de tiempo, y el segundo procedimiento supone la medición del tiempo para extrudir una cierta cantidad de resina. En general, el primer procedimiento se usa para materiales con valores de VFF bajos, y el segundo procedimiento se usa para materiales con valores de VFF elevados. En una forma de realización, puesto que el valor de la VFF para el polipropileno es relativamente bajo, se prefiere el primer procedimiento, pero también se puede usar el segundo procedimiento.

20 **[0022]** En una forma de realización de la presente invención, el valor de la VFF para resinas poliméricas o específicamente para polipropileno es preferentemente inferior a 15 g/10 min, o específicamente, entre 1 y 15 g/10 min, o más específicamente entre 3 y 13 g/10 min. En una forma de realización, si el valor de la VFF del polipropileno es elevado (por ejemplo, superior a 15 g/10 min) o la viscosidad de fusión del material es baja, la formación de burbujas puede no ser adecuada, o las burbujas pueden estallar fácilmente. Cuando estallan muchas burbujas, las burbujas adyacentes pueden formar burbujas de mayor tamaño. Sin embargo, las burbujas grandes en la estructura de espumación confieren una mala conductividad térmica y una mala capacidad de aislamiento. En otra forma de realización, si el valor de la VFF del polipropileno es bajo (por ejemplo, inferior a 1 g/10 min) o la viscosidad de fusión del material es elevada, puede ocurrir que la capacidad de formación de espuma sea insuficiente a una presión de vapor, lo que también deteriorará la capacidad de aislamiento.

30 **[0023]** La viscosidad de fusión de la resina polimérica se puede controlar ajustando las temperaturas del proceso de extrusión. En particular, la viscosidad de fusión se puede reducir incrementando el calentamiento o la temperatura del proceso. De manera similar, la viscosidad de fusión se puede incrementar disminuyendo la temperatura del proceso. No obstante, caídas en la temperatura del proceso pueden reducir la presión de vapor necesaria para formar la espuma y así reducir la capacidad de formación de la espuma. De manera similar, los incrementos en la temperatura del proceso también pueden generar otros problemas adversos. En particular, cuando la temperatura del proceso se incrementa para reducir la viscosidad, las altas temperaturas pueden descomponer la fécula poco resistente al calor y así deteriorar las propiedades de unión de la fécula. Por consiguiente, en formas de realización de la presente invención, se prefieren polipropilenos con valores de VFF dentro de los intervalos especificados anteriormente de manera que se pueda conseguir una capacidad de formación de espuma suficiente sin modificar excesivamente las condiciones del proceso.

40 **[0024]** El polipropileno se puede incorporar al compuesto de espuma en una cantidad inferior al 50% en peso basado en el peso total en seco del compuesto de espuma. La cantidad de polipropileno puede estar entre el 40 y el 50% en peso. En una forma de realización, si la cantidad de polipropileno es superior al intervalo especificado, pueden no materializarse los impactos positivos sobre el medio ambiente y la biodegradabilidad del material de espuma. En otra forma de realización, si la cantidad del polipropileno es inferior al intervalo especificado, se puede reducir la capacidad de formación de espuma.

50 **[0025]** Se pueden añadir fibras vegetales para proporcionar volumen y como agentes de relleno al compuesto de espuma. Además, las fibras vegetales pueden facilitar una mejora en las características de biodegradabilidad, capacidad bactericida, y resistencia térmica de los materiales de espuma. También se pueden usar como fibras vegetales casi cualquier parte de la planta, en particular, las semillas, hojas, tallos, troncos, o cortezas de plantas. En ciertas formas de realización, también se pueden usar residuos vegetales como cáscaras de semillas o restos de los extractos. Por ejemplo, cáscaras de grano de arroz, trigo, soja, café y cacahuets, o la piel de castañas, naranjas, manzanas, peras, etc., y los residuos de su fruto. Otros ejemplos no limitantes de fibras vegetales adecuadas incluyen la madera, el tronco o el fruto de la caña de azúcar, tallos de arroz, troncos de cebada, y sus

combinaciones.

**[0026]** Las fibras vegetales se pueden procesar o modificar para un conjunto o intervalo de tamaños deseados. En una forma de realización, las fibras vegetales tienen una longitud media entre 50 y 300  $\mu\text{m}$ . En otra forma de realización, las fibras vegetales tienen un grosor o diámetro medio entre 10 y 30  $\mu\text{m}$ .

**[0027]** El material de espuma producido usando la composición anterior puede tener una conductividad térmica inferior a 0,035 W/m-K, y una densidad inferior a 0,07 g/cm<sup>3</sup>. Por consiguiente, se puede usar para materiales de aislamiento térmico de espuma. Los materiales de aislamiento térmico de espuma según diversas formas de realización de la invención son ligeros y presentan una buena capacidad de aislamiento térmico. En una forma de realización de la presente invención, el material de aislamiento térmico de espuma tiene más del 50% en peso de polvo de papel y fécula, por tanto se incrementa la biodegradabilidad general del material y tiene un impacto positivo sobre el medio ambiente. Además, la entalpía del material de aislamiento térmico de espuma es inferior a la de materiales convencionales de manera que se puede reducir o incluso evitar el daño de los hornos de incineración.

**[0028]** Ahora se describirán procedimientos para la producción de una espuma biodegradable. En referencia a la Figura 3. En una forma de realización, se obtienen las fibras vegetales 16 secando y aplastando materiales fibrosos como partes de la caña de azúcar hasta obtener un grosor máximo (o un diámetro de partículas) de 300  $\mu\text{m}$  o inferior y preferentemente de 30  $\mu\text{m}$  o inferior mediante molienda con bolas o similar. Las fibras vegetales 16 junto con el polvo de papel 12, la fécula 13, y la resina polimérica 14 forman un componente principal o compuesto de espuma 18. Una disolución de vapor 15 tal como agua se pone en una tolva junto con el compuesto de espuma 18 para formar una mezcla húmeda. El vapor de agua producido a partir del agua en el proceso ayuda a la formación de espumas. A continuación la mezcla húmeda se calienta, se amasa a través de un cilindro biaxial 21, y se extruye de una parte del troquel 22 del extrusor 20. El material producido en el troquel 22 se espuma y forma un bloque de material de espuma 10' con la formación de hebras de espuma 11 en él (Figura 2). Alternativamente, el componente principal o compuesto de espuma se calienta y se amasa sin el uso del extrusor y el compuesto de espuma, con una cantidad adicional de agua, se pone en un molde para proporcionar un material de espuma con forma de bloque 10 sin hebras de espuma (Figura 1). El tipo de material de espuma que tiene hebras de espuma se puede proporcionar usando diferentes troqueles 22. Las hebras de espuma 11 se pueden proporcionar en diferentes diámetros dependiendo de los tipos de troquel 22 seleccionados.

**[0029]** En una forma de realización, se selecciona polipropileno con un valor de VFF entre 1 y 15 g/10 min (preferentemente entre 3 y 13 g/10 min). El polvo de papel se obtiene a partir de productos de papel (por ejemplo, papel viejo procesado producido en un proceso de desintegración, que se describe en la patente japonesa N° 3.738.367, cuyo contenido se incorpora en su totalidad en el presente documento por referencia). En una forma de realización, el polvo de papel tiene un tamaño máximo de partícula inferior a 0,12 mm.

**[0030]** En una forma de realización, la fécula y el polvo de papel se mezclan para formar una mezcla con forma de bolitas. La mezcla con forma de bolitas se introduce en una tolva junto con polipropileno. La velocidad del flujo de fusión (VFF) del polipropileno se ajusta para que esté entre 1 y 15 g/10 min. La relación ponderal de polvo de papel a fécula es de 2:3 y la relación ponderal de polipropileno está entre el 40 y el 50% en peso seco basado en el peso total del compuesto. A continuación se añade agua a la mezcla para formar la espumación. La cantidad de agua se puede determinar en base al grado de espumación deseado. En una forma de realización, la cantidad de agua se ajusta hasta que se alcance una presión de vapor suficiente para generar una estructura de espumación interna suficiente y no quede nada de agua residual después de la extrusión.

**[0031]** La presión de vapor y la velocidad del flujo de fusión del polímero se controlan ajustando las temperaturas del proceso de extrusión. Diferentes secciones del extrusor, como la temperatura de calentamiento del troquel 22 y/o del cilindro 21 se pueden controlar de manera que se puedan alcanzar ciertos flujos de la mezcla y la fécula no se descomponga a temperaturas elevadas. El extrusor 20 puede ser un extrusor biaxial que usa agua para incrementar la presión de vapor. De esta forma, cuando el compuesto fundido se extruye a través del troquel 22, el compuesto espumará y se expandirá por la presión de vapor y solidificará casi instantáneamente por evaporación térmica.

**[0032]** La presente invención se describirá con mayor detalle en referencia a los siguientes ejemplos. No obstante, estos ejemplos tienen sólo fines ilustrativos y no se pretende que limiten el alcance de la presente invención.

### Ejemplo 1

**[0033]** Se desintegró material de empaquetamiento de papel residual (usando un desintegrador como se describe en la patente japonesa N° 3.738.367, que se incorpora en su totalidad en el presente documento por referencia) para proporcionar polvo de papel con un tamaño máximo de partícula inferior a 0,12 mm de diámetro. En un mezclador se puso una mezcla del 40% en peso de polvo de papel y el 60% en peso de fécula de maíz para proporcionar un polvo mezclado. Por cada 100 partes en peso del polvo mezclado, se añadieron 60 partes en peso de una disolución de alcohol polivinílico al 3,75% y se mezcló completamente para formar una mezcla de bolitas en mojado. La mezcla de

bolitas en mojado se secó hasta un contenido en humedad del 15% en peso para formar una mezcla de "bolitas de papel".

5 [0034] La mezcla de bolitas de papel se introdujo en una primera tolva de alimentación del extrusor biaxial (modelo MTE77, disponible en TSP Co., LTD), y en una segunda tolva de alimentación se añadió una mezcla de polipropileno en polvo. Aunque en la forma de realización de la presente invención se usó un extrusor con dos tolvas de alimentación, también se puede usar un extrusor con una tolva de una sola alimentación. La temperatura del extrusor se ajustó para que la velocidad de flujo del polipropileno fuera de 10 g/10 min. La velocidad de flujo de la primera tolva de alimentación también se ajustó para que los porcentajes en peso de las bolitas de papel y del propileno fueran del 45 y del 55% en peso, respectivamente. A continuación se añadió agua al cilindro del extrusor, la temperatura del troquel se ajustó a 175°C y el extrusor se ajustó a 270 rpm. La mezcla se pasó a través de un troquel y produjo un material de espuma extrudido que tiene un grosor de 50 mm y una anchura de 265 mm. El material de espuma se cortó cada dos metros a medida que pasaba por una cinta transportadora. A continuación el material de espuma se enfrió en las condiciones ambientales durante dos días poniéndolo en almacenamiento.

15 [0035] El material de espuma producido era un producto de reacción de un compuesto de espuma constituido por el 18% en peso de polvo de papel, 37% en peso de fécula, y 45% en peso de propileno aproximadamente. El material de espuma tiene una densidad de 0,020 g/cm<sup>3</sup> aproximadamente y una conductividad térmica de 0,335 W/m-K.

## 20 Ejemplo 2

[0036] Se usaron los mismos materiales y el procedimiento del Ejemplo 1, excepto para la selección de polipropileno. El polipropileno usado en el Ejemplo 2 tiene forma de bolita y un valor de VFF de 3 g/10 min.

25 [0037] El material de espuma producido era un producto de reacción de un compuesto de espuma constituido por el 18% en peso de polvo de papel, 37% en peso de fécula, y 45% en peso de propileno aproximadamente. El material de espuma tiene una densidad de 0,018 g/cm<sup>3</sup> aproximadamente y una conductividad térmica de 0,333 W/m-K.

## 30 Ejemplo comparativo

[0038] Se usaron los mismos materiales y el procedimiento del Ejemplo 1, excepto para la selección de un tipo diferente de polipropileno. El polipropileno usado en el Ejemplo comparativo tiene forma de bolita y un valor de VFF de 20 g/10 min.

35 [0039] El material de espuma producido era un producto de reacción de un compuesto de espuma constituido por el 18% en peso de polvo de papel, 37% en peso de fécula, y 45% en peso de propileno aproximadamente. El material de espuma tiene una densidad de 0,019 g/cm<sup>3</sup> aproximadamente y una conductividad térmica de 0,368 W/m-K.

40 [0040] Como se puede observar en los ejemplos producidos, los materiales de espuma de los Ejemplos 1 y 2 presentan una mejor resistencia térmica debido a que la conductividad térmica es más baja. El mejor material de aislamiento térmico se produjo usando polipropileno con una VFF de 3 ó 10 g/10 min. Nótese que el Ejemplo comparativo presenta una mayor conductividad térmica aunque no hay un incremento significativo en la densidad.

45 [0041] En vista de lo anterior, diversas formas de realización de la presente invención proporcionan un material de aislamiento térmico de espuma fabricado de papel, fécula y una resina polimérica y procedimientos de fabricación de los mismos. El procedimiento incluye el suministro de polvo de papel, fécula, y polipropileno como componente principal del material de espuma ajustando la fécula para que sea superior en cantidad en peso que la del polvo de papel, ajustando la relación ponderal del polipropileno para que no sea superior al 50% en peso del componente principal, y ajustando la velocidad del flujo de fusión del polipropileno entre 1 y 15 g/10 min; añadiendo agua al componente principal para formar una mezcla húmeda y espumando la mezcla húmeda para formar un material de aislamiento térmico.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de fabricación de un material de aislamiento térmico de espuma que utiliza papel y fécula, el procedimiento que comprende:
- 5 el suministro de polvo de papel, fécula, y polipropileno como componente principal del material de aislamiento con:
- el ajuste de la cantidad en peso de la fécula para que sea superior a la del polvo de papel,
- 10 el ajuste de la relación ponderal del polipropileno para que no sea superior al 50% en peso del componente principal, y
- el ajuste de la velocidad del flujo de fusión del polipropileno para que esté entre 1 y 15 g/10 min;
- 15 la adición de agua al componente principal para formar una mezcla húmeda; y
- la espumación de la mezcla húmeda.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el suministro del polvo de papel, la fécula, y el polipropileno comprende el suministro de fécula de maíz.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, donde el material de aislamiento térmico de espuma tiene una conductividad térmica no superior a 0,035 W/m-K.
- 25 4. El procedimiento de la reivindicación 3, donde el material de aislamiento térmico de espuma tiene una densidad no superior a 0,07 g/cm<sup>3</sup>.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el material de aislamiento térmico de espuma tiene una conductividad térmica no superior a 0,035 W/m-K.
- 30 6. El procedimiento de la reivindicación 5, donde el material de aislamiento térmico de espuma tiene una densidad no superior a 0,07 g/cm<sup>3</sup>.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el ajuste de la velocidad del flujo de fusión del polipropileno comprende el ajuste de la velocidad del flujo de fusión del polipropileno para que esté entre 3 y 13 g/10 min.
- 35 8. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el polvo de papel tiene un tamaño máximo de partícula no superior a 0,3 mm.
- 40 9. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el ajuste de la cantidad en peso de la fécula para que sea superior a la del polvo de papel comprende el ajuste de una relación ponderal del polvo de papel a la fécula para que esté entre 1:4 y 2:3.
- 45 10. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el ajuste de la relación ponderal del polipropileno para que no sea superior al 50% en peso del componente principal comprende el ajuste de la relación ponderal del polipropileno para que esté entre el 40% en peso y el 50% en peso del componente principal.
11. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- 50 la extrusión de la mezcla húmeda a través de un extrusor.
12. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- el suministro de fibras vegetales que tienen una longitud media entre 50 y 300 µm y un grosor medio entre 10 y 30 µm como parte del componente principal.
- 55 13. El procedimiento de la reivindicación 12, donde la fibra vegetal se selecciona del grupo constituido por la madera, el tronco o el núcleo de la fruta de la caña de azúcar, el tallo del arroz, el tronco de la cebada, y sus combinaciones.
- 60 14. Un procedimiento de fabricación de un material de aislamiento térmico de espuma, el procedimiento que comprende:
- la transformación de una materia prima de papel en polvo de papel;

- la formación de una mezcla de bolitas de papel mezclando el polvo de papel con fécula y el ajuste de la cantidad en peso de fécula para que sea superior a la del polvo de papel;
- 5 la introducción de la mezcla de bolitas de papel y polipropileno en un extrusor; el ajuste de la relación ponderal del polipropileno para que no sea superior al 50 por ciento en peso (%) de una combinación de la mezcla de bolitas de papel y el polipropileno, y el ajuste de la velocidad del flujo de fusión del polipropileno para que esté entre 1 y 15 g/10 min;
- 10 la adición de agua a la combinación de la mezcla de bolitas de papel y el polipropileno para formar una mezcla húmeda; y
- la espumación de la mezcla húmeda.
- 15 15. El procedimiento de la reivindicación 14, donde la mezcla del polvo de papel con la fécula comprende la mezcla del polvo de papel con fécula de maíz.
16. El procedimiento de la reivindicación 14, donde el material de aislamiento térmico de espuma tiene una conductividad térmica no superior a 0,035 W/m-K.
- 20 17. El procedimiento de la reivindicación 16, donde el material de aislamiento térmico de espuma tiene una densidad no superior a 0,07 g/cm<sup>3</sup>.
18. El procedimiento de la reivindicación 14, donde el ajuste de la velocidad del flujo de fusión del polipropileno comprende el ajuste de la velocidad del flujo de fusión del polipropileno para que esté entre 3 y 13 g/10 min.
- 25 19. El procedimiento de la reivindicación 14, donde el polvo de papel tiene un tamaño máximo de partícula no superior a 0,3 mm.
- 30 20. El procedimiento de la reivindicación 14, donde la formación de la mezcla de bolitas de papel comprende:
- mezclar el polvo de papel con la fécula para formar un polvo mezclado;
- 35 añadir una disolución de alcohol polivinílico al polvo mezclado y la formación en mojado del polvo mezclado con el alcohol polivinílico para formar bolitas en mojado; y
- secar las bolitas formadas en mojado para formar la mezcla de bolitas de papel.
- 40 21. El procedimiento de la reivindicación 14, donde el ajuste de la cantidad en peso de la fécula para que sea superior a la del polvo de papel comprende el ajuste de una relación ponderal del polvo de papel a la fécula para que esté entre 1:4 y 2:3.
- 45 22. El procedimiento de la reivindicación 15, donde el ajuste de la relación ponderal del polipropileno para que no sea superior al 50% en peso aproximadamente de la combinación de la mezcla de bolitas de papel y del polipropileno comprende el ajuste de la relación ponderal del polipropileno para que esté entre el 40% en peso y el 50% en peso de la combinación de la mezcla de bolitas de papel y del polipropileno.

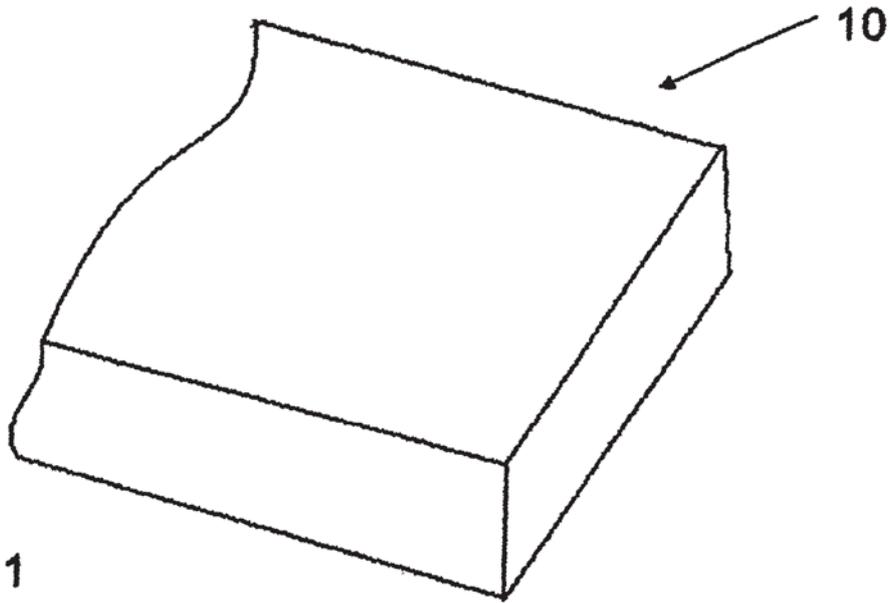


FIG. 1

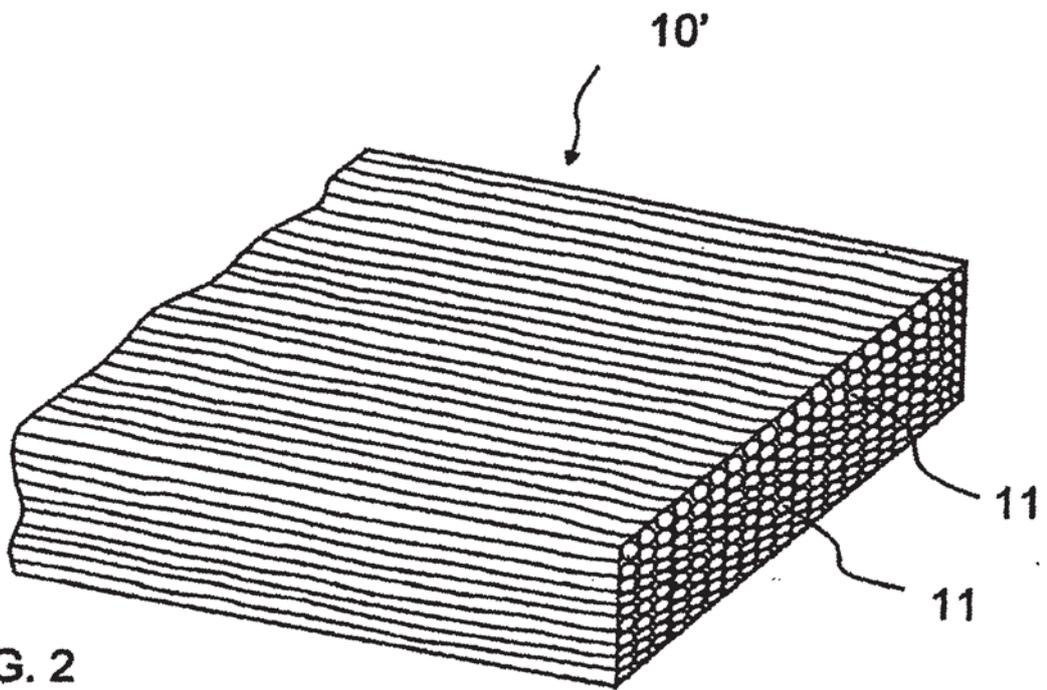


FIG. 2

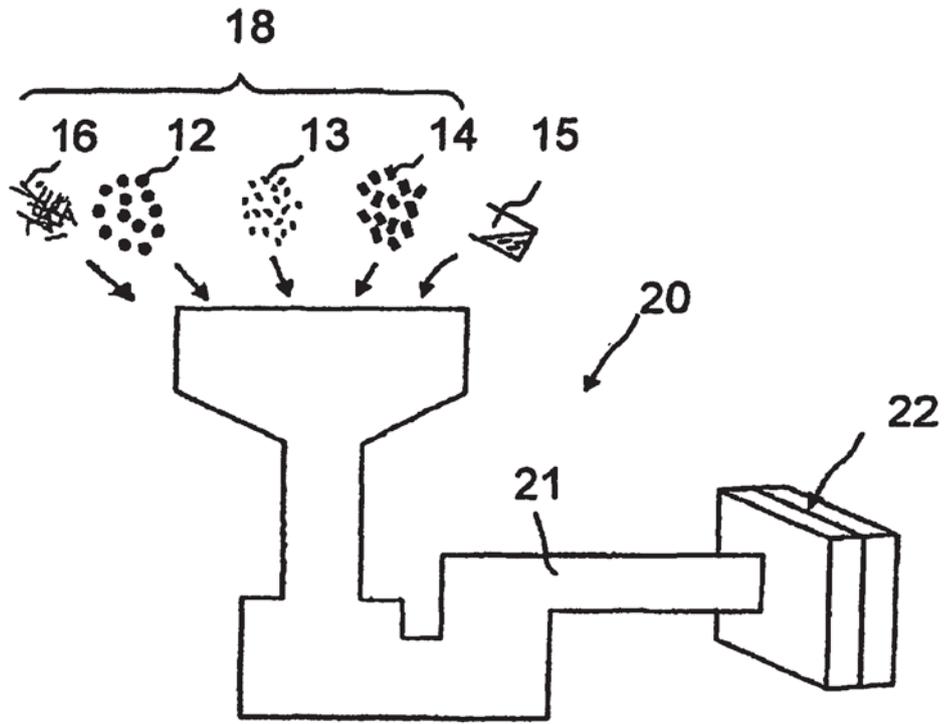


FIG. 3