

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 521**

51 Int. Cl.:

C08J 11/08 (2006.01)

C08L 25/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2015 PCT/CA2015/051006**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2016 WO16049782**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2015 E 15845885 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3201246**

54 Título: **Procesos para el reciclaje de desechos de poliestireno**

30 Prioridad:
03.10.2014 US 201462059611 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.05.2020

73 Titular/es:
**POLYSTYVERT INC. (100.0%)
9350 rue de L'Innovation
Anjou, Québec H1J 2X9, CA**

72 Inventor/es:
CÔTÉ, ROLAND

74 Agente/Representante:
GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 758 521 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

Procesos para el reciclaje de desechos de poliestireno

5 La presente divulgación se refiere a un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno. Por ejemplo, se refiere a un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno que comprende la disolución de los desechos de poliestireno en un disolvente, tal como p-cimeno, a continuación, la precipitación y el lavado del poliestireno con un no disolvente.

La disolución de poliestireno en p-cimeno se ha estudiado para desarrollar un procedimiento alternativo para el reciclaje de poliestireno expandido (véase Kazuyuki *et al.*, *Journal of wood science*, 2010, 56, pág. 169 a 171 y también JP2009/120682 y EP 1 462 474).

10 Los desechos de poliestireno, por ejemplo, el empaquetado de productos electrónicos o muebles, bandejas de comida, productos comerciales y de aislamiento pueden, por ejemplo, tener consecuencias medioambientales.

15 Por ejemplo, ya sea posteriormente al consumo o posteriormente a la industria, la mayoría de los desechos de poliestireno se entierra en vertederos. Por ejemplo, cada año se entierran en Quebec más de 40.000 toneladas de desechos de poliestireno. Además, más de 60.000 toneladas de nuevo poliestireno se adquiere y consume cada año en Quebec.

20 Los procesos conocidos para el reciclaje de poliestireno no producen poliestireno reciclado que tiene las mismas propiedades que el nuevo poliestireno. Por ejemplo, los procedimientos conocidos de poliestireno no preparan de poliestireno reciclado que tiene un Índice de Fluidez (MFI) que cumple con las especificaciones técnicas para el uso del poliestireno reciclado para los mismos usos que se usa el nuevo poliestireno. Para compensar esta pérdida de propiedades mecánicas, el poliestireno reciclado se mezcla con nuevo poliestireno en una proporción que rara vez puede ser superior a 20%, incluso para las aplicaciones menos estrictas.

La Patente US 8.609.778 se refiere al reciclaje de materiales estirénicos que se han usado en productos de consumo. En particular, se describe una resina recién producida que incorpora poliestireno reciclado posterior al consumo y polímero estirénico virgen.

25 La mayoría de los objetos de poliestireno industriales no están compuestos únicamente por poliestireno; por ejemplo, pueden contener productos químicos añadidos a un polímero para modificar alguna propiedad física, biológica y/o química. Los ejemplos de aditivos son: agentes colorantes, cargas, retardantes de llama, lubricantes y plastificantes.

30 Por consiguiente, sería deseable ser provisto de un poliestireno reciclado y un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno que, por lo menos parcialmente resuelvan uno de los problemas mencionados o eso sería una alternativa a los procesos conocidos para el reciclaje de desechos de poliestireno.

Por lo tanto, de acuerdo con la presente divulgación, se describe un poliestireno reciclado que tiene un índice de fluidez menor de aproximadamente 25 g/10 min medido de acuerdo con el estándar D1238-13 de la ASTM.

35 De acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación, además se describe un poliestireno reciclado que tiene un índice de fluidez menor de aproximadamente 25 g/10 min medido de acuerdo con el estándar D1238-13 de la ASTM y un contenido de aditivo menor de aproximadamente 1% en peso.

40 De acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación, también se describe un poliestireno reciclado que tiene un índice de fluidez menor de aproximadamente 25 g/10 min medido de acuerdo con el estándar D1238-13 de la ASTM y un contenido de cenizas menor de aproximadamente 1% en peso, medido de acuerdo con el estándar de ASTM D5630-13.

La presente divulgación también se refiere a un poliestireno reciclado que tiene un índice de fluidez menor de aproximadamente 25 g/10 min medido de acuerdo con el estándar D1238-13 de la ASTM y un contenido de cenizas menor de aproximadamente 0,5% en peso, medido de acuerdo con el estándar de ASTM D5630-13.

45 De acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación, se describe un poliestireno reciclado que tiene un índice de fluidez menor de aproximadamente 25 g/10 min.

De acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación, se describe un poliestireno reciclado que tiene un índice de fluidez menor de aproximadamente 25 g/10 min, medido de acuerdo con el estándar D1238-13 de la ASTM.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno, que comprende:

50 la disolución de los desechos de poliestireno en p-cimeno para obtener una mezcla de poliestireno/p-cimeno; la adición de la mezcla de poliestireno/p-cimeno a una primera porción de poliestireno hidrocarburo no

- disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno precipitado y una primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos;
- 5 en el que dichas condiciones para obtener dicho poliestireno precipitado y dicha primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden la adición de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno a dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente en el punto de ebullición de dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión de dicho p-cimeno a partir de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno en dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente;
- 10 la separación del poliestireno precipitado a partir de la primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos;
- de manera opcional la repetición de la disolución, adición y separación;
- el lavado del poliestireno precipitado con una segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno lavado y una segunda porción de solución de desechos de hidrocarburos;
- 15 en el que dichas condiciones para obtener dicho poliestireno lavado y dicha segunda porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden la adición de dicha segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente a dicho poliestireno precipitado en el punto de ebullición de dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión de dicho p-cimeno a partir de dicho poliestireno precipitado en dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente; la separación del poliestireno lavado a partir de la segunda porción de solución de desechos de hidrocarburos;
- 20 el lavado del poliestireno lavado con una tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno lavado dos veces y una tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos; en el que dichas condiciones para obtener dicho poliestireno lavado dos veces y dicha tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden la adición de dicha tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente a dicho poliestireno lavado en el punto de ebullición de dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión de dicho p-cimeno a partir de dicho poliestireno lavado en dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente;
- 25 la separación del poliestireno lavado dos veces a partir de la tercera porción de solución de desechos de hidrocarburos; y
- 30 de manera opcional el secado del poliestireno lavado dos veces bajo condiciones para obtener poliestireno seco,
- en el que dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, dicha segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y dicha tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente comprenden, consisten esencialmente en o consisten en un poliestireno hidrocarburo no disolvente que tiene un punto de ebullición a 1 atm de presión de 98 °C a 110 °C o de 105 °C a 110 °C.
- 35 Por lo tanto, de acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno, que comprende:
- 40 la disolución de los desechos de poliestireno en p-cimeno bajo condiciones para obtener una mezcla de poliestireno/p-cimeno;
- la adición de la mezcla de poliestireno/p-cimeno a una primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno precipitado y una primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos;
- 45 la separación del poliestireno precipitado a partir de la primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos;
- de manera opcional la repetición de la disolución, adición y separación;
- el lavado del poliestireno precipitado con una segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno lavado y una segunda porción de solución de desechos de hidrocarburos;
- 50 la separación del poliestireno lavado a partir de la segunda porción de solución de desechos de hidrocarburos;
- el lavado del poliestireno lavado con una tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo

condiciones para obtener poliestireno lavado dos veces y una tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos;

la separación del poliestireno lavado dos veces a partir de la tercera porción de solución de desechos de hidrocarburos;

- 5 la extracción de la solución de desechos de hidrocarburos excedente por medio del escurrido y/o la compresión del poliestireno lavado dos veces; y
- el secado del poliestireno lavado dos veces bajo condiciones para obtener poliestireno seco.

La presente divulgación también incluye el poliestireno reciclado preparado de acuerdo con un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno de la presente divulgación.

- 10 Los desechos de poliestireno tales como los desechos de poliestireno expandido de manera típica son voluminosos, pero livianos mientras que la mezcla de poliestireno/p-cimeno de manera típica tiene una densidad mayor que por lo tanto puede costar menos de transportar. Por consiguiente, los procesos de la presente divulgación pueden, por ejemplo, ahorrar en costos de transporte si, por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno se obtiene en una primera ubicación y el proceso además comprende el transporte de la mezcla de poliestireno/p-cimeno a una
- 15 segunda ubicación en la que se llevan a cabo las etapas subsiguientes del proceso.

- El proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno de la presente divulgación puede, por ejemplo, permitir la extracción de la mayoría de los aditivos (por ej., productos químicos añadidos a un polímero para modificar alguna propiedad física, biológica y/o química) y puede producir poliestireno reciclado que tiene propiedades muy cercanas al nuevo poliestireno. El poliestireno reciclado preparado a partir de los procesos de la presente divulgación puede,
- 20 por ejemplo, ser adecuado para su uso para los mismos usos que nuevo poliestireno tales como para la preparación de nuevos artículos de poliestireno. Por ejemplo, el poliestireno reciclado preparado a partir de los procesos de la presente divulgación puede, por ejemplo, tener un MFI dentro de un intervalo útil para dichos usos.

- Se encontró que los poliestirenos reciclados de la presente divulgación y los procesos para la obtención de los mismos eran bastante útiles. De hecho, se encontró que tales polímeros reciclados y procesos permitieron el
- 25 suministro de poliestireno reciclado que tiene un contenido muy bajo de aditivos (cargas y/o lubricantes). Esto también conduce a un poliestireno reciclado que tiene un contenido muy bajo de cenizas. Por ejemplo, durante la aplicación de estos procesos a poliestireno expandido o extruido blanco, el producto final es muy claro y transparente a la transmisión de luz. Tal característica de los polímeros y procesos de la presente divulgación son muy interesantes, dado que permiten aumentar de manera significativa el ciclo de vida del poliestireno reciclado. De
- 30 hecho, el uso de poliestireno reciclado muy a menudo es limitado en vista de los diversos aditivos contenidos en el mismo y que por lo tanto no cumplen con los requisitos para ciertos usos o aplicaciones que se pueden hacer con poliestireno. Algunos fabricantes también serán reacios a usar poliestireno reciclado, dado que puede tener un contenido demasiado alto de aditivos y puede afectar o disminuir las propiedades del poliestireno o productos hechos con tal poliestireno reciclado. Este claramente no es el caso con los polímeros y procesos mencionados en
- 35 la presente divulgación. Por el contrario, dichas cantidades muy bajas de aditivos y/o cargas que se encuentran en los polímeros de la presente divulgación permiten el uso de estos poliestirenos reciclados en muchas aplicaciones diferentes y también para reciclarlos muchas veces dado que simplemente nunca llegan a altas cantidades de aditivos y/o cargas dado que el usuario de estos productos no está obligado a reciclarlos y a obtener valores bajos de MFI.

- 40 De este modo, los polímeros y procesos de la presente divulgación permiten aumentar el ciclo de vida del poliestireno reciclado (es posible reciclarlo muchas veces mientras se mantengan las especificaciones y propiedades requeridas) y también tiene un muy bajo MFI, lo que al mismo tiempo evita el uso de grandes cantidades de aditivos y/o cargas.

- 45 En los siguientes dibujos, que representan a modo de ejemplo solamente, varias formas de realización de la descripción: la Figura 1 es un diagrama esquemático de un proceso de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

A menos que se indique lo contrario, las definiciones y formas de realización descritas en esta y otras secciones están destinadas a ser aplicables a todas las formas de forma de realización y aspectos de la presente divulgación descritos en la presente memoria para los que son adecuados, como sería entendido por los expertos en la técnica.

- 50 De acuerdo con lo usado en la presente divulgación, las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyen referencias plurales a menos que el contenido indique claramente lo contrario. Por ejemplo, se debe entender que una forma de realización que incluye "un poliestireno hidrocarburo no disolvente" presenta ciertos aspectos con un poliestireno hidrocarburo no disolvente, o dos o más poliestirenos hidrocarburos no disolventes adicionales.

- 55 En formas de realización que comprenden un "segundo" componente o uno "adicional", tal como un segundo poliestireno hidrocarburo no disolvente o uno adicional, el segundo componente de acuerdo con lo usado en la presente memoria es diferente de los otros componentes o del primer componente. Un "tercer" componente es

diferente de los otros primeros y segundos componentes, y, los demás componentes enumerados o "adicionales" son igualmente diferentes.

5 El término "aditivo" de acuerdo con lo usado en la presente memoria se refiere a productos químicos añadidos a un polímero para modificar por lo menos una propiedad física, biológica y/o química. Ejemplos no limitativos de aditivos son: agentes colorantes, cargas, retardantes de llama, lubricantes y plastificantes.

10 En la comprensión del alcance de la presente divulgación, el término "que comprende" y sus derivados, de acuerdo con lo usado en la presente memoria, están destinados a ser términos de extremo abierto que especifica la presencia de las características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas indicadas, pero no excluyen la presencia de otras características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas no mencionadas. Lo anterior también se aplica a palabras que tienen significados similares, tal como los términos, "que incluye", "que tiene" y sus derivados. El término "que consiste en" y sus derivados, de acuerdo con lo usado en la presente memoria, están destinados a ser términos cerrados que especifican la presencia de las características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas indicadas, pero excluye la presencia de otras características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas no mencionadas. El término "consiste esencialmente en", de acuerdo con lo usado en la presente memoria, pretende especificar la presencia de las características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas así como también aquellos que no afectan materialmente las características básicas y novedosas de características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas.

20 Los términos de grado tales como "alrededor de" y "aproximadamente" de acuerdo con lo usado en la presente memoria significan una cantidad sensible de desviación del término modificado de manera tal que el resultado final no cambie de manera significativa. Estos términos de grado se deben interpretar como que incluyen una desviación de por lo menos $\pm 5\%$ o por lo menos $\pm 10\%$ del término modificado si esta desviación no niega el significado de la palabra que modifica.

25 El término "poliestireno hidrocarburo no disolvente", de acuerdo con lo usado en la presente memoria, se refiere, por ejemplo, a un compuesto en base a hidrocarburo o una mezcla de los mismos en el que el poliestireno es sustancialmente insoluble. La selección de un poliestireno hidrocarburo no disolvente adecuado para los procesos de la presente divulgación puede ser hecha por los expertos en la técnica. Por ejemplo, los expertos en la técnica apreciarán que los aditivos menos polares se encuentran de manera típica en los desechos de poliestireno (por ej., hexabromociclododecano y aceites de silicona) y p-cimeno debe ser sustancialmente soluble en el poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo las condiciones usadas en los procesos de la presente divulgación para obtener poliestireno precipitado así como también los pasos que comprenden el lavado con el poliestireno hidrocarburo no disolvente. También los expertos en la técnica apreciarán que puede ser útil, por ejemplo, seleccionar un poliestireno hidrocarburo no disolvente que tiene un punto de ebullición que es de aproximadamente o ligeramente por encima de la temperatura de transición vítrea (T_g) de los desechos de poliestireno que están siendo reciclados.

35 Los ejemplos que se presentan a continuación son no limitativos y se usan para ejemplificar mejor los procesos de la presente divulgación.

40 Un diagrama de flujo de proceso de ejemplo para un proceso de la presente divulgación se muestra en la Figura 1. El proceso ejemplificado 10 es un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno. Con referencia a la Figura 1, en el proceso ejemplificado 10, los desechos de poliestireno se pueden disolver 12 en p-cimeno bajo condiciones para obtener una mezcla de poliestireno/p-cimeno. Si, por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno comprende material insoluble, la mezcla de poliestireno/p-cimeno entonces de manera opcional se puede filtrar 14 bajo condiciones para extraer el material insoluble. La mezcla de poliestireno/p-cimeno se puede añadir 16 entonces a una primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno precipitado y una primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos. A continuación, el poliestireno precipitado se puede separar de la primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos. La disolución, la adición y la separación se pueden repetir de manera opcional. A continuación, el poliestireno precipitado se puede lavar 18 con una segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno lavado y una segunda porción de solución de desechos de hidrocarburos. A continuación, el poliestireno lavado se puede separar de la segunda porción de solución de desechos de hidrocarburos. Posteriormente, el poliestireno lavado se puede lavar 20 con una tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno lavado dos veces, y una tercera porción de solución de desechos de hidrocarburos. El poliestireno lavado dos veces luego se puede separar de la tercera porción de solución de desechos de hidrocarburos. La solución de desechos de hidrocarburos excedente entonces de manera opcional se puede eliminar por medio del escurrido y/o compresión del poliestireno lavado dos veces. El poliestireno lavado dos veces entonces de manera opcional se puede secar 22 bajo condiciones para obtener poliestireno seco. El poliestireno seco entonces de manera opcional se puede empaquetar 24, por ejemplo, el proceso puede comprender además el procesamiento del poliestireno seco bajo condiciones para obtener gránulos de poliestireno y los gránulos de poliestireno se pueden empaquetar 24. El p-cimeno y/o el poliestireno hidrocarburo no disolvente de manera opcional se pueden recuperar 26, por ejemplo por medio de un proceso que comprende la destilación de la primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos, la segunda porción de la solución de desechos de hidrocarburos y/o la tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos bajo condiciones para obtener p-

cimeno y/o poliestireno hidrocarburo no disolvente. El p-cimeno de manera opcional se puede reciclar para su uso en la disolución 12. El poliestireno hidrocarburo no disolvente de manera opcional se puede reciclar para su uso en la adición 16, el primer lavado 18 y/o el segundo lavado 20.

5 Por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno puede comprender poliestireno en una cantidad igual a o menor que aproximadamente 33% en peso, en base al peso total de la mezcla de poliestireno/p-cimeno.

Por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno puede comprender poliestireno en una cantidad de aproximadamente 10% en peso a 30% en peso, en base al peso total de la mezcla de poliestireno/p-cimeno.

Por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno puede comprender poliestireno en una cantidad de aproximadamente 14% en peso a 28% en peso, en base al peso total de la mezcla de poliestireno/p-cimeno.

10 Por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno puede comprender poliestireno en una cantidad de aproximadamente 15% en peso a 27% en peso, en base al peso total de la mezcla de poliestireno/p-cimeno.

Por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno puede comprender poliestireno en una cantidad de aproximadamente 16% en peso a 25% en peso, en base al peso total de la mezcla de poliestireno/p-cimeno.

15 Por ejemplo, los desechos de poliestireno se puede disolver en el p-cimeno en un recipiente que tiene una cámara que contiene el p-cimeno y por lo menos una abertura a la cámara para la adición de los desechos de poliestireno al p-cimeno, y el proceso puede comprender además la adición de los desechos de poliestireno al p-cimeno contenido en la cámara.

Por ejemplo, el recipiente puede comprender además un orificio de ventilación.

20 Por ejemplo, el recipiente puede comprender además un medio para impulsar los desechos de poliestireno en el p-cimeno.

Por ejemplo, los medios para impulsar los desechos de poliestireno en el p-cimeno pueden comprender una rejilla metálica en el interior del recipiente.

Por ejemplo, el recipiente puede comprender además un medio para indicar cuándo se ha alcanzado la capacidad de la cámara.

25 Por ejemplo, los medios para indicar cuándo se ha alcanzado la capacidad del recipiente puede ser una luz indicadora.

Por ejemplo, la luz indicadora se puede conectar a un interruptor de flotador en la cámara.

30 Por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno puede comprender un material insoluble y el proceso puede comprender, además, la filtración de la mezcla de poliestireno/p-cimeno bajo condiciones para extraer el material insoluble antes de la adición de la mezcla de poliestireno/p-cimeno a la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente. Por ejemplo, el material insoluble se puede elegir a partir de una mezcla de poliestireno/butadieno, copolímeros de polvo de estireno, un adhesivo, metal, madera, plástico, contaminantes y mezclas de los mismos. Por ejemplo, el filtrado puede comprender un proceso de filtración de múltiples etapas de grueso a fino. Por ejemplo, el butadieno será soluble en p-cimeno a menos que haya sido fuertemente reticulado.

35 Las condiciones para obtener el poliestireno precipitado y la primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden la adición de la mezcla de poliestireno/p-cimeno a la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente en el punto de ebullición del poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión del p-cimeno a partir de la mezcla de poliestireno/p-cimeno en el poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente.

40 Por ejemplo, el tiempo puede ser de aproximadamente 5 minutos a aproximadamente 10 minutos.

Por ejemplo, el agitador puede comprender agitación con un agitador mecánico.

Por ejemplo, más de aproximadamente 90% en peso del p-cimeno en la mezcla de poliestireno/p-cimeno se puede difundir en el poliestireno hidrocarburo no disolvente, en base al peso total de la mezcla de poliestireno/p-cimeno.

45 Por ejemplo, la relación en volumen de la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente a la mezcla de poliestireno/p-cimeno puede ser de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 4:1.

Por ejemplo, la relación en volumen de la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente a la mezcla de poliestireno/p-cimeno puede ser de aproximadamente 3:1.

50 Por ejemplo, el poliestireno precipitado se puede separar de la primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos por medio de un proceso que comprende la decantación de la primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos a partir del poliestireno precipitado.

- 5 Las condiciones para obtener el poliestireno lavado y la segunda porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden la adición de la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente al poliestireno precipitado en el punto de ebullición del poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión del p-cimeno a partir del poliestireno precipitado en el poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente.
- Por ejemplo, el tiempo puede ser de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 15 minutos. Por ejemplo, el tiempo puede ser de aproximadamente 10 minutos. Por ejemplo, el tiempo puede ser de aproximadamente 2 minutos a aproximadamente 5 minutos. Por ejemplo, el agitador puede comprender agitación con un agitador mecánico.
- 10 Por ejemplo, el poliestireno lavado puede comprender menos de aproximadamente 0,3% en peso de p-cimeno. Por ejemplo, el poliestireno lavado puede comprender menos de aproximadamente 0,1% en peso de p-cimeno.
- Por ejemplo, la relación en volumen de la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente al poliestireno precipitado puede ser de aproximadamente 1:2 a aproximadamente 2:1. Por ejemplo, la relación en volumen de la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente al poliestireno precipitado puede ser de aproximadamente 1:1.
- 15 Por ejemplo, el poliestireno lavado se puede separar de la segunda porción de la solución de desechos de hidrocarburos por medio de un proceso que comprende la decantación de la segunda porción de la solución de desechos de hidrocarburos a partir del poliestireno lavado.
- 20 Las condiciones para obtener el poliestireno lavado dos veces, y la tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden la adición de la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente al poliestireno lavado en el punto de ebullición del poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión del p-cimeno a partir del poliestireno lavado en el poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente.
- 25 Por ejemplo, el tiempo puede ser de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 10 minutos. Por ejemplo, el tiempo puede ser de aproximadamente 5 minutos. Por ejemplo, el agitador puede comprender agitación con un agitador mecánico.
- Por ejemplo, el poliestireno lavado dos veces puede comprender menos de aproximadamente 0,1% en peso de p-cimeno. Por ejemplo, el poliestireno lavado dos veces puede comprender menos de aproximadamente 0,05% en peso de p-cimeno.
- 30 Por ejemplo, la relación en volumen de la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente al poliestireno lavado puede ser de aproximadamente 1:2 a aproximadamente 2:1. Por ejemplo, la relación en volumen de la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente al poliestireno lavado puede ser de aproximadamente 1:1.
- Por ejemplo, el poliestireno lavado dos veces se puede separar de la tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos por medio de un proceso que comprende la decantación de la tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos a partir del poliestireno lavado dos veces.
- 35 Por ejemplo, después de la separación del poliestireno lavado dos veces a partir de la tercera porción de solución de desechos de hidrocarburos y antes del secado, el proceso puede comprender además la extracción de solución de desechos de hidrocarburos excedente por medio del escurrido y/o la compresión del poliestireno lavado dos veces.
- 40 Por lo menos una de la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en un poliestireno hidrocarburo no disolvente que tiene un punto de ebullición a 1 atm de presión de aproximadamente 98 °C a aproximadamente 110 °C o aproximadamente 105 °C a aproximadamente 110 °C.
- 45 Por ejemplo, la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente pueden comprender, consistir esencialmente en o consistir en un alcano C6-C8 o un destilado de petróleo.
- Por ejemplo, la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente pueden comprender, consistir esencialmente en o consistir en un alcano C6-C8.
- 50 Por ejemplo, la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente pueden comprender, consistir esencialmente en o consistir en un destilado de petróleo.
- Por ejemplo, la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente pueden comprender,

consistir esencialmente en o consistir en n-heptano.

Por ejemplo, la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente pueden ser todos el mismo poliestireno hidrocarburo no disolvente.

- 5 Por ejemplo, la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente puede ser todos diferentes de poliestireno hidrocarburo no disolventes.

- 10 Por ejemplo, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente puede ser el mismo poliestireno hidrocarburo no disolvente y la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente puede ser un poliestireno hidrocarburo no disolvente diferente.

Por ejemplo, la segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y la tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en n-heptano y la primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en n-hexano.

- 15 Por ejemplo, las condiciones para obtener el poliestireno seco pueden comprender el secado del poliestireno lavado dos veces para una temperatura y tiempo para la extracción del poliestireno hidrocarburo no disolvente restante para proceder en un grado suficiente. Por ejemplo, el poliestireno lavado dos veces se puede secar a una temperatura de aproximadamente 115 °C a aproximadamente 125 °C. Por ejemplo, el poliestireno lavado dos veces se puede secar a una temperatura de aproximadamente 120 °C.

- 20 Por ejemplo, las condiciones para obtener el poliestireno seco pueden comprender el secado del poliestireno lavado dos veces mediante el uso de un secador por infrarrojos durante un tiempo para la extracción del poliestireno hidrocarburo no disolvente restante para proceder en un grado suficiente.

- 25 Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden comprender impurezas polares y el proceso puede comprender, además, el lavado de los desechos de poliestireno con un disolvente orgánico polar bajo condiciones para extraer las impurezas polares.

Por ejemplo, el disolvente orgánico polar puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en metanol o etanol. Por ejemplo, el disolvente orgánico polar puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en metanol. Por ejemplo, el disolvente orgánico polar puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en etanol.

- 30 Por ejemplo, el proceso puede comprender además la destilación de la primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos, la segunda porción de la solución de desechos de hidrocarburos y/o la tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos bajo condiciones para obtener p-cimeno y/o poliestireno hidrocarburo no disolvente.

Por ejemplo, el proceso puede comprender además el reciclaje del p-cimeno para su uso en la etapa de disolución.

- 35 Por ejemplo, el proceso puede comprender además el reciclaje del poliestireno hidrocarburo no disolvente para su uso en la etapa de adición, la primera etapa de lavado y/o la segunda etapa de lavado.

- 40 Por ejemplo, el proceso puede comprender además el procesamiento del poliestireno seco bajo condiciones para obtener gránulos de poliestireno. Por ejemplo, las condiciones para obtener los gránulos de poliestireno pueden comprender la extrusión del poliestireno seco a una temperatura de aproximadamente 140 °C a aproximadamente 160 °C.

Por ejemplo, el proceso puede comprender además el empaquetado de los gránulos de poliestireno. Los medios adecuados para empaquetar los gránulos de poliestireno pueden ser seleccionados por los expertos en la técnica.

- 45 Por ejemplo, el proceso puede comprender además la adición de un antioxidante durante la etapa de disolución, la etapa de adición, la primera etapa de lavado y/o la segunda etapa de lavado. Por ejemplo, el proceso puede comprender además la adición de un antioxidante durante la etapa de disolución.

Por ejemplo, el antioxidante puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en octadecil-3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato.

- 50 Por ejemplo, el antioxidante se puede añadir en una cantidad de aproximadamente 0,1% en peso a 2% en peso, en base al peso total del poliestireno. Por ejemplo, el antioxidante se puede añadir en una cantidad de aproximadamente 1% en peso, en base al peso total del poliestireno.

Por ejemplo, el antioxidante se puede añadir en una cantidad de aproximadamente 0,5% en peso a 2% en peso, en base al peso total del poliestireno. Por ejemplo, el antioxidante se puede añadir en una cantidad de

aproximadamente 1% en peso, en base al peso total del poliestireno.

Por ejemplo, el proceso puede comprender además la adición de un aditivo para disminuir o aumentar el índice de fluidez a la mezcla de poliestireno/p-cimeno.

5 Por ejemplo, el aditivo para la disminución del índice de fluidez puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en cal, talco, óxido de silicio, hidróxido de silicio, óxido de aluminio, hidróxido de aluminio, o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, el aditivo para la disminución del índice de fluidez puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en cal. Por ejemplo, el aditivo para la disminución del índice de fluidez puede comprender, consistir esencialmente en o consistir en talco.

10 Por ejemplo, el aditivo para el aumento del índice de fluidez puede comprender, de aproximadamente 0,0001% en peso a aproximadamente 1% en peso de aceite de silicona. Por ejemplo, el aceite de silicona se puede añadir de aproximadamente 0,01% en peso a 0,1% en peso.

15 Por ejemplo, el aditivo para la disminución del índice de fluidez se puede añadir en una cantidad de aproximadamente 0,5% en peso a 25% en peso, en base al peso total del poliestireno. Por ejemplo, el aditivo para la disminución del índice de fluidez se puede añadir en una cantidad de aproximadamente 0,5% en peso a 5% en peso, en base al peso total del poliestireno. Por ejemplo, el aditivo para la disminución del índice de fluidez se puede añadir en una cantidad de aproximadamente 1% en peso, en base al peso total del poliestireno.

20 Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden ser de desechos posteriores a la industria, los desechos posteriores al consumo o una combinación de los mismos. Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden ser desechos posteriores a la industria. Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden ser desechos posteriores al consumo. Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden ser una combinación de desechos posteriores a la industria y de desechos posteriores al consumo.

25 Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden comprender, consistir esencialmente en o consistir en poliestireno expandido. Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden comprender, consistir esencialmente en o consistir en poliestireno expandido blanco. Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden comprender, consistir esencialmente en o consistir en poliestireno comprimido.

Por ejemplo, el proceso puede comprender además la molienda de los desechos de poliestireno antes de la disolución.

30 Por ejemplo, la mezcla de poliestireno/p-cimeno se puede obtener en una primera ubicación y el proceso puede comprender además el transporte de la mezcla de poliestireno/p-cimeno a una segunda ubicación en la que se pueden llevar a cabo las etapas subsiguientes del proceso.

La presente divulgación también incluye poliestireno reciclado preparado de acuerdo con un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno de la presente divulgación.

35 Por ejemplo, el poliestireno de desecho puede comprender otros copolímeros. Por ejemplo, puede comprender butadieno, (HIPS), puede ser un copolímero de estireno y acrilonitrilo (SAN) o acrilonitrilo, butadieno y estireno (ABS).

Por ejemplo, el poliestireno de desecho puede ser un copolímero de poliestireno-co-butadieno.

Por ejemplo, las formas de realización relativas al poliestireno reciclado de la presente divulgación se pueden variar de acuerdo con lo discutido en la presente memoria en relación con los procesos para el reciclaje de desechos de poliestireno de la presente divulgación.

40 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez menor de aproximadamente 40 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 3 a aproximadamente 30 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 3 a aproximadamente 25 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez menor de aproximadamente 25 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 10 a aproximadamente 20 g/10 min.

45 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez menor de aproximadamente 40 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 5 a aproximadamente 25 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez menor de aproximadamente 25 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 10 a aproximadamente 20 g/10 min.

50 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez menor de aproximadamente 30 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 3 a aproximadamente 25 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 1 a

- aproximadamente 15 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 10 a aproximadamente 15 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 5 a aproximadamente 12 g/10min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez de aproximadamente 2 a aproximadamente 12 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez menor de aproximadamente 15 g/10 min. Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un índice de fluidez menor de aproximadamente 12 g/10 min.
- 5 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos menor de aproximadamente 5% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos menor de aproximadamente 3% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos menor de aproximadamente 2% en peso.
- 10 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos menor de aproximadamente 1% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos menor de aproximadamente 0,5% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos menor de aproximadamente 0,1% en peso.
- 15 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos menor de aproximadamente 0,05% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos de aproximadamente 0,05% en peso a aproximadamente 1% en peso.
- 20 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de aditivos de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 1% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga menor de aproximadamente 5% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga menor de aproximadamente 3% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga menor de aproximadamente 2% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga menor de aproximadamente 1% en peso.
- 25 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga menor de aproximadamente 0,5% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga menor de aproximadamente 0,1% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga menor de aproximadamente 0,05% en peso.
- 30 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga de aproximadamente 0,05% en peso a aproximadamente 1% en peso.
- Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede tener un contenido de carga de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 1% en peso.
- Por ejemplo, la carga puede ser una carga inorgánica.
- 35 Por ejemplo, el polímero reciclado se puede obtener por medio del reciclaje de un desecho de poliestireno por medio de la participación de un tratamiento con un disolvente y un no disolvente.
- Por ejemplo, el polímero reciclado se puede obtener por medio del reciclaje de un desecho de poliestireno por medio de la participación de un tratamiento con un disolvente que es p-cimeno y un no disolvente de poliestireno hidrocarburo que es alcano C6-C8 o mezclas del mismo.
- 40 Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden comprender poliestireno que tiene un peso molecular promedio de aproximadamente 200.000 a aproximadamente 350.000 g/mol.
- Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden comprender poliestireno que tiene un peso molecular promedio de aproximadamente 230.000 a aproximadamente 260.000 g/mol.
- Por ejemplo, los desechos de poliestireno pueden comprender poliestireno que tiene un peso molecular promedio de aproximadamente 260.000 a aproximadamente 300.000 g/mol.
- 45 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede ser transparente.

Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede ser claro.

Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede ser sustancialmente transparente.

Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede ser por lo menos sustancialmente transparente.

5 Por ejemplo, el poliestireno reciclado se puede obtener por medio de cualquiera de los procesos y/o procedimientos descritos en la presente divulgación.

Se describe el uso de los poliestirenos reciclados de la presente divulgación para la preparación de una mezcla que comprende dicho poliestireno reciclado y un poliestireno virgen.

También se proporciona un procedimiento de uso de los poliestirenos reciclados de la presente divulgación que comprende mezclar el poliestireno reciclado con un poliestireno virgen.

10 Por ejemplo, la mezcla puede comprender por lo menos aproximadamente 10% en peso, por lo menos aproximadamente 15% en peso, por lo menos aproximadamente 20% en peso, de aproximadamente 1% en peso a 50% en peso, de aproximadamente 5% en peso a 50% en peso, o de aproximadamente 5% en peso a 30% en peso del poliestireno reciclado.

15 Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede comprender otros copolímeros. Por ejemplo, puede comprender butadieno (HIPS), puede ser un copolímero de estireno y acrilonitrilo (SAN) o acrilonitrilo, butadieno y estireno (ABS).

Por ejemplo, el poliestireno reciclado puede ser un copolímero de poliestireno-co-butadieno.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la manipulación del reciclaje de poliestireno, que comprende:

20 la provisión a un cliente con por lo menos un recipiente para el almacenamiento de desechos de poliestireno;
la provisión al cliente de instrucciones sobre cómo disolver los desechos de poliestireno en el por lo menos un recipiente mediante el uso de por lo menos un disolvente;
de manera opcional, el control de la concentración de los desechos de poliestireno en el por lo menos un disolvente y/o un volumen de líquido

25 y/o sólido contenido en el por lo menos un recipiente;
la extracción de por lo menos una porción de un contenido líquido contenido en el por lo menos un recipiente y que comprende los desechos de poliestireno disueltos en el por lo menos un disolvente;
de manera opcional, la adición de una cantidad de por lo menos un disolvente en el por lo menos un recipiente;

30 el transporte de la por lo menos una parte del contenido líquido contenido en el por lo menos un recipiente en una instalación en la que los desechos de poliestireno se reciclan o se tratan para la conversión de los desechos de poliestireno en poliestireno reciclado.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para el almacenamiento de desechos de poliestireno y el reciclaje de poliestireno, el procedimiento comprende:

35 la disolución de un desecho de poliestireno en por lo menos un recipiente mediante el uso de por lo menos un disolvente;
de manera opcional, el control de la concentración de los desechos de poliestireno en el por lo menos un disolvente y/o un volumen de líquido y/o sólido contenido en el por lo menos un recipiente;

40 la extracción de por lo menos una porción de un contenido líquido contenido en el por lo menos un recipiente y que comprende los desechos de poliestireno disueltos en el por lo menos un disolvente;
de manera opcional, la adición de una cantidad de por lo menos un disolvente en el por lo menos un recipiente;

45 el transporte de la por lo menos una parte del contenido líquido contenido en el por lo menos un recipiente en una instalación en la que los desechos de poliestireno se reciclan o se tratan para la conversión de los desechos de poliestireno en poliestireno reciclado.

Por ejemplo, el reciclaje del poliestireno o la conversión de los desechos de poliestireno en poliestireno reciclado se lleva a cabo por medio de un procedimiento de acuerdo con lo definido en la presente divulgación.

Por ejemplo, el transporte se puede llevar a cabo por medio del transporte de camiones cisterna.

Por ejemplo, el transporte se puede llevar a cabo por medio del transporte en tren tanque.

Por ejemplo, el transporte se puede llevar a cabo por medio de una tubería.

Por ejemplo, el transporte se puede llevar a cabo por medio de una conducción.

5 Ejemplos

Ejemplo 1

Reciclaje de desechos de poliestireno

En los presentes estudios, los desechos de poliestireno se reciclaron en un proceso que incluyó cinco etapas principales, de acuerdo con la siguiente secuencia:

- 10 1. La solubilización del poliestireno en p-cimeno
2. La filtración de la mezcla de PS/p-cimeno para extraer los materiales no disueltos
3. El lavado con un disolvente no polar que es un no disolvente para PS
4. El secado
5. La formación y el empaquetado de cuentas de plástico PS

15 En la primera etapa (solubilización), los desechos de poliestireno tales como poliestireno expandido industrial posterior al consumo se disolvió en p-cimeno (1-metil-4-(1-metiletil)benzeno; uno de las tres posibles isómeros de cimeno, y el único uno que también está presente en la naturaleza. El límite de solubilidad del poliestireno en el p-cimeno es 33% (p/p) o 28,5% (v/v) a temperatura ambiente y la densidad de la mezcla de poliestireno/p-cimeno alcanza un valor de 1,06 kg/L que es mayor que la densidad de p-cimeno puro que es 0,86 kg/L. Es posible alcanzar el límite de solubilidad, pero la velocidad de disolución se reduce por un factor de 3.

20 En la etapa de solubilización, el poliestireno pierde sus propiedades estructurales y ocurre una reducción del volumen que ocupa. Diversos aditivos no polares que incluyen el hexabromociclododecano (HBCD) y los aceites de silicona usados en su fabricación se disuelven en el disolvente p-cimeno. Esta etapa se llevó a cabo en un tanque cerrado, con ventilación llamado el módulo de disolución. Un objeto del módulo es maximizar la cantidad de poliestireno que se puede solubilizar en un plazo de tiempo determinado. Por ejemplo, una rejilla metálica en el interior del módulo de disolución puede empujar los objetos de poliestireno expandido en p-cimeno que pueden reducir, por ejemplo, el tiempo de disolución de horas a minutos.

25 El tercer paso (lavado) tenía objetivos que incluían: (1) la precipitación del poliestireno; (2) la recuperación del p-cimeno con el fin de volver a usarlo en el paso 1; y (3) la extracción de los diferentes aditivos que pueden alterar las propiedades mecánicas del poliestireno reciclado.

30 Este paso comprendía primero la precipitación del poliestireno solubilizado con hexano, heptano o cualquier otro hidrocarburo con un punto de ebullición adecuado. Si bien se observó que el heptano proporcionaba los mejores resultados en la etapa de lavado, otros hidrocarburos también pueden ser útiles. Hexano y octano se ensayaron en los presentes estudios. Los destilados de petróleo con un punto de ebullición de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 120 °C también pueden ser útiles y pueden proporcionar, por ejemplo, el proceso y/o costos de funcionamiento reducidos.

35 Por ejemplo, el disolvente puede tener un punto de ebullición aproximadamente o ligeramente por encima de la Tg para los desechos de poliestireno. Mientras que la Tg del poliestireno puede variar, por ejemplo, como una función del peso molecular, la Tg para los desechos de poliestireno de manera típica es de aproximadamente 98 °C. Los expertos en la técnica apreciarán que normalmente sólo hay una pequeña variación de Tg con el peso molecular o polidispersidad para la mayoría de los poliestirenos usados en la fabricación de objetos de poliestireno industriales. Por consiguiente, el disolvente puede tener un punto de ebullición de hasta aproximadamente 110 °C, por ejemplo un punto de ebullición de aproximadamente 105 °C a aproximadamente 110 °C a 1 atm de presión. Un disolvente de hidrocarburo adecuado puede, por ejemplo, permitir que más del 90% del p-cimeno migre en él y es un no disolvente para poliestireno.

40 Para llevar a cabo la primera etapa de lavado (es decir, la precipitación del poliestireno), la mezcla de poliestireno solubilizado en p-cimeno se vertió lentamente en un tanque de acero inoxidable de doble pared que contiene el hidrocarburo a su temperatura de ebullición. En un experimento de ejemplo el hexano a su temperatura de ebullición (69 °C) se usó para este paso. En otros experimentos de ejemplo, el heptano a su temperatura de ebullición (98 °C) se usó para este paso. Toda la mezcla se agitó de manera moderada a través del uso de un agitador mecánico. El volumen de solución de poliestireno/p-cimeno añadido al hidrocarburo fue en una solución de poliestireno/p-cimeno

- 5 a la proporción de hidrocarburo en un volumen de 1:3. En estas condiciones, el poliestireno se precipitó en forma de una pasta blanca pegajosa. El tiempo de agitación (de aproximadamente 5 minutos a aproximadamente 10 minutos) permitió una cantidad útil de difusión del p-cimeno en el hidrocarburo. Después, el sobrenadante de la mezcla de disolvente se eliminó por medio de una simple decantación, después de lo cual fue posible llevar a cabo un segundo lavado del poliestireno precipitado.
- 10 El segundo lavado se llevó a cabo en el mismo tanque con heptano. Un volumen definido de heptano que tiene una temperatura de ebullición de 98 °C se introdujo en el tanque, de acuerdo con una relación de poliestireno:heptano en volumen de 1:1. Toda la mezcla se sometió a ebullición a presión atmosférica con agitación mecánica moderada durante aproximadamente 2 minutos a aproximadamente 5 minutos. El uso de un hidrocarburo diferente en el segundo lavado que en el primer lavado aumenta la maleabilidad del poliestireno que, por ejemplo, aumentó la difusión del disolvente de p-cimeno restante del poliestireno precipitado y en el hidrocarburo. A partir de ese entonces, la mezcla de disolventes en el sobrenadante se extrajo por medio de una simple decantación. De acuerdo con los cálculos de eficacia de lavado, menos del 0,1% de p-cimeno se mantuvo en el poliestireno precipitado en esta etapa.
- 15 Un tercer lavado con heptano hirviendo se usó con el fin de reducir aún más la presencia de p-cimeno en el poliestireno. La presencia de disolvente residual puede, por ejemplo, afectar el índice de fusión, también llamado índice de fluidez (MFI). El grado de eficacia de lavado es inversamente proporcional al MFI. Las condiciones de lavado usadas fueron las mismas que en la segunda etapa de lavado.
- 20 La mezcla de disolvente recuperado contenía hexano, heptano, p-cimeno y/o cualquier otro disolvente de hidrocarburo usado, así como también aditivos no polares extraídos de la PS. La proporción de p-cimeno y aditivos fue mayor en la primera mezcla de disolvente que en la segunda y tercera mezclas de disolvente. La destilación fraccionada se usó para separar los diferentes productos. El p-cimeno se volvió a usar para la etapa de solubilización, mientras que hexano y heptano se usaron nuevamente en las etapas de lavado. Los aditivos recuperados se consideran desechos para su eliminación.
- 25 El cuarto paso (secado) comprendía el secado de la pasta de poliestireno, que contenía aproximadamente de 5 a 37% de heptano en un secador a una temperatura de 120 °C. Un objetivo era eliminar sustancialmente todo el disolvente restante sin alterar la calidad del polímero.
- 30 El quinto paso (empaquetado) comprendió cortar el poliestireno seco en pequeños gránulos adecuados para la distribución del producto a los clientes. Un granulador de acuerdo con lo usado comúnmente en la industria se usó para controlar el tamaño y la forma del producto final.
- 35 Con el fin de limitar la degradación PS que es principalmente debido a la oxidación de acuerdo con lo observado durante las etapas de secado y extrusión, un antioxidante comercial tal como Irganox™ 1076 (octadecil-3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil)propionato) se pueden añadir en una proporción de aproximadamente 1%, en base al peso del poliestireno. Este compuesto es aceptable para aplicaciones en alimentos, tiene un punto de fusión de 50 °C y se puede añadir en diversos momentos en el proceso: es decir con el p-cimeno, en las etapas de lavado y/o en la etapa de extrusión final.
- La Tabla 1 muestra los resultados del reciclaje de varios tipos de desechos de poliestireno mediante el uso de pasos del proceso descrito con anterioridad.

Tabla 1^[1]

Mezcla de PS-cimeno ^[2]	Irganox 1076 (1% en peso)		Índice de fluidez ^[3] (g/10 min)		Color del Producto	Secado ^[4] (horas)
	sí	no	Resultado 1	Resultado 2		
Enfriador de poliestireno (33% en peso)		x	25,2	-	ligeramente amarillento	120
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de poli(estireno-co-butadieno) (1,22% en peso)		x	16,5	14,8	ligeramente amarillento	120
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de poli(estireno-co-butadieno) (1,22% en peso)	x		11,6	-	blanco	108
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de poli(estireno-co-butadieno) (4,86% en peso)		x	17,7	16,7	amarillento	120
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de poli(estireno-co-butadieno) (4,86% en peso)	x		12,3	-	blanco	108

ES 2 758 521 T3

Mezcla de PS-cimeno ^[2]	Irganox 1076 (1% en peso)		Índice de fluidez ^[3] (g/10 min)		Color del Producto	Secado ^[4] (horas)
	sí	no	Resultado 1	Resultado 2		
Poli(estireno-co-butadieno) (20% en peso)	x		13,3	-	ligeramente amarillento	108
Poli(estireno-co-butadieno) (20% en peso)		x	17,2	-	muy amarillo	108
Perlas de poliestireno triturado ^[5] (30% en peso)		x	6,8	-	grisáceo	120
Enfriador de poliestireno (15% en peso) perlas de poliestireno triturado (15% en peso)		x	10,3	-	blanco	120
Enfriador de poliestireno (16,5% en peso)		x	10,6	9,9	blanco	120
Enfriador de poliestireno (16,5% en peso)	x		6,28	-	blanco	48
Enfriador de poliestireno (20% en peso)	x		10	-	blanco	48
Enfriador de poliestireno (24% en peso)	x		11,8	-	blanco	48
Enfriador de poliestireno (28% en peso)	x		11,7	-	blanco	48
Bandeja negra de poliestireno (100% en peso)	x		3,2	-	negro	0
Bandeja negra de poliestireno (33% en peso)	x		5,5	-	negro	120
Aislamiento azul de poliestireno (33% en peso)		x	14,3	-	azul	120
Aislamiento azul de poliestireno (33% en peso)	x		13,2	-	azul	120
Tronco de poliestireno denso (100% en peso)		x	38,7	-	blanco	0
Tronco de poliestireno denso (33% en peso) escurrido y granulado antes del secado	x		6,27	6,27	blanco	48
Enfriador de poliestireno (33% en peso) calentado a 80 °C en el primer lavado	x		9,2	-	blanco	120
Enfriador de poliestireno (33% en peso) escurrido y granulado antes del secado	x		7,98	7,6	blanco	48
Enfriador de poliestireno (100% en peso)		x	36,8	-	blanco	0
Aislamiento azul de poliestireno (100% en peso)		x	20	-	azul	0
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de cal (1% en peso) ^[6]	x		8,1	-	blanco	48
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de cal (5% en peso) ^[6]	x		7,06	-	blanco amarillo	48
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de cal (10% en peso) ^[6]	x		6,13	-	amarillento	48
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de cal (25% en peso) ^[6]	x		4,88	-	amarillo	48
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de talco (1% en peso) ^[6]	x		13,2	-	blanco	72
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de talco (5% en peso) ^[6]	x		12,7	-	grisáceo	72
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de talco (10% en peso) ^[6]	x		17,5	-	grisáceo	72

Mezcla de PS-cimeno ^[2]	Irganox 1076 (1% en peso)		Índice de fluidez ^[3] (g/10 min)		Color del Producto	Secado ^[4] (horas)
	sí	no	Resultado 1	Resultado 2		
Enfriador de poliestireno (33% en peso) de talco (25% en peso) ^[6]	x		11,3	-	gris	72
Muestra de poliestireno que contiene HBCD (100% en peso)		x	25,2	-	blanco	0
Muestra de poliestireno que contiene HBCD (20% en peso)	x		4,9	6,6	blanco	0

^[1] Todos los ensayos se llevaron a cabo con tres lavados con heptano en proporciones en volumen de heptano: mezcla de PS/cimeno de 3:1, 1:1 y 1:1, respectivamente, mediante el uso de tiempos de extracción de 15 minutos, 10 minutos y 5 minutos, respectivamente.
^[2] La mezcla de todos los ensayos también incluye p-cimeno para compensar el 100% total en peso.
^[3] Se ha usado el estándar D1238 de la ASTM para cada resultado.
^[4] En un horno a 120 °C mediante el uso de una placa de aluminio que tiene un diámetro de 8 cm, el poliestireno se seca con un espesor de <5 mm a menos que se especifique lo contrario.
^[5] Las perlas trituradas nuevamente vienen de bandejas y ya tienen un índice de fluidez inferior. Esa calidad del poliestireno disminuye el índice de fluidez en la mezcla debido a este alto peso molecular.
^[6] La cal y el talco se añaden en la mezcla de PS-cimeno antes del lavado.

- El Irganox 1076 tiene la propiedad de la protección contra la oxidación. Muchos resultados mostraron un efecto útil en el color del producto. La adición de butadieno en estireno da como resultado la formación de copolímero de poliestireno-co-butadieno que muestra una mejor resistencia al impacto que el poliestireno puro. Las unidades de butadieno en poliestireno-co-butadieno se podrían usar para crear una matriz tridimensional con las cadenas de polímero. Por medio de la creación de enlaces entre las cadenas poliméricas, el peso molecular aumenta y entonces debe disminuir el índice de fluidez. El polímero de poli(estireno-co-butadieno) contiene 4% de butadieno. Una pequeña cantidad de butadieno debe ser suficiente para ver una diferencia en el índice de fluidez, pero los resultados no fueron concluyentes.
- 5 De acuerdo con lo que se puede observar en la Tabla 1, los experimentos muestran mejores resultados cuando la mezcla de poliestireno-cimeno tiene una concentración más baja. La dilución de la mezcla en el no disolvente aumenta la difusión y por lo tanto la extracción del disolvente. La adición de partículas sólidas en una mezcla de polímeros es una práctica común en la industria de poliestireno para reducir el costo o mejorar las propiedades mecánicas.
- 10 La Tabla 2 muestra los resultados de la inclusión del antioxidante Irganox 1076 en diferentes pasos en el proceso.

Tabla 2

Adición de 1% en peso de Irganox 1076 en una mezcla de poliestireno enfriador-cimeno (33% en peso de poliestireno)	Índice de fluidez ^[1] (g/10 min)		Color del Producto
	Resultado 1	Resultado 2	
Añadido directamente en la mezcla de poliestireno/p-cimeno	7,6	8,2	blanco
Añadido al heptano en el primer lavado	10,6	-	blanco
Añadido al heptano en el tercer lavado	13,5	-	blanco

^[1] Se ha usado el estándar D1238 de la ASTM para cada resultado.

- De acuerdo con lo que se puede observar en la Tabla 2, el color del producto para todas las muestras era blanco. El MFI era más bajo para el producto producido a partir de un proceso en el que el Irganox 1076 se añadió a la mezcla de poliestireno/p-cimeno.

- La Tabla 3 muestra el impacto de un acondicionamiento mecánico y la evolución de las etapas de secado. Hay una diferencia de aproximadamente 37,5% entre el lavado y el poliestireno seco. En este punto, todo el heptano se ha evaporado. Además, sólo con una etapa de escurrido y granulación, es posible eliminar el 14% del heptano del poliestireno lavado. El heptano se recupera en el proceso para repetir el tratamiento de lavado. La fuente de poliestireno no tiene ningún efecto significativo en la etapa de secado en estos estudios.

Tabla 3^[1]

Mezcla de PS-cimeno ^[2]	Masa (g)		Heptano Evaporado ^[3] (% en peso)
	Antes de Mec. Cond.	Después de Mec. Cond.	
Enfriador de poliestireno (33% en peso)	14,04	12,09	13,9
Tronco de poliestireno comprimido (33% en peso)	12,58	10,79	14,2
	Después de Secar 15 horas	Después de Secar 17 horas	
Enfriador de poliestireno (33% en peso)	-	8,81	37,3
Tronco de poliestireno comprimido (33% en peso)	7,93	-	37,0
	Después de Secar 22 horas	Después de Secar 24 horas	
Enfriador de poliestireno (33% en peso)	-	8,79	37,4
Tronco de poliestireno comprimido (33% en peso)	7,92	-	37,0
	Después de Secar 46 horas	Después de Secar 48 horas	
Enfriador de poliestireno (33% en peso)	-	8,77	37,5
Tronco de poliestireno comprimido (33% en peso)	7,89	-	37,3

^[1] Todo el secado se lleva a cabo en un horno a 120 °C.
^[2] La mezcla de todos los ensayos también incluye p-cimeno para compensar 100% total en peso.
^[3] Valores proporcionados como % en peso en base a la masa total antes de la granulación.

Ejemplo 2

5 Se han llevado a cabo otras pruebas para la preparación de poliestireno reciclado. Dichas pruebas se han llevado a cabo mediante el uso de un proceso similar de acuerdo con lo descrito previamente en el Ejemplo 1, pero sin ninguna adición de Irganox. Estas pruebas se han llevado a cabo a una escala de laboratorio sobre poliestireno expandido blanco real usado para el empaquetado.

De este modo, a continuación se proporcionan los resultados de tales pruebas.

10 DSC (ASTM D3418): T_g = 108,1 °C
 Impacto Izod de ensayo (ASTM D4812): 4 pruebas con impacto promedio de 13,78 KJ/m² y 175,72 J/m y Energía = 0,55 J con ruptura completa.

Tabla 4: Análisis de las MFI

MFI (ASTM D1238 en un Dynisco D4002 a 200 °C)	
Prueba	MFI (g/10 min)
1	11,44
2	11,01
3	10,70
Promedio	11,05

Contenido de Ceniza (D5630 ASTM): 0,10

Tabla 5: Pruebas de VICAT

Temperatura de ablandamiento VICAT (ASTM D1525):		
Prueba	Espesor (mm)	Temperatura de ablandamiento VICAT (°C)
1	3,01	106,2
2	3,04	106,1
3	3,03	106,9

Tabla 6: Pruebas de VICAT

Prueba de tracción (ASTM D638):					
Prueba	Espesor (mm)	Anchura (mm)	Esfuerzo máximo (MPa)	Módulo de Elasticidad (MPa)	Alargamiento a la rotura (%)
1	3,11	12,71	52,4	3095	2,4
2	3,11	12,75	52,2	2992	2,4
3	3,13	12,72	51,7	2990	2,4
4	3,11	12,72	51,7	3114	2,4
5	3,12	12,71	51,0	3029	2,2
Promedio			51,8	3044	2,4
Desviación estándar			0,5	58	0,1

5 Ejemplo 3

Se han llevado a cabo otras pruebas para la preparación de poliestireno reciclado. Dichas pruebas se han llevado a cabo mediante el uso de un proceso similar al descrito previamente en el Ejemplo 1. El proceso se llevó a cabo en continuo y se hizo una escala para llevar el proceso a partir de un nivel de laboratorio hasta un nivel industrial. Por ejemplo, el proceso permitió la preparación de aproximadamente 10 kg de poliestireno reciclado por hora. Se ha de señalar que los factores limitantes en el presente caso con respecto a la productividad del proceso no residen en el proceso *per se*, sino más bien en ciertos tipos de equipos usados para llevar a cabo el proceso. Por medio de la adquisición de algún equipo que permita la recepción de volúmenes más grandes o mayor cantidad, el proceso general puede llegar con facilidad de aproximadamente 500 a aproximadamente 1000 kg de poliestireno reciclado por hora.

15 De este modo, a continuación se proporcionan los resultados de tales pruebas.
MFI = 22 g/10 min de acuerdo con el estándar D1238-13 de la ASTM.

Si bien se hizo una descripción con referencia particular a las formas de realización específicas, se entenderá que numerosas modificaciones de la misma surgirán a los expertos en la técnica. En consecuencia, la descripción anterior y los dibujos adjuntos se deben tomar como ejemplos específicos y no en un sentido limitativo.

20

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para el reciclaje de desechos de poliestireno, que comprende:

la disolución de dichos desechos de poliestireno en p-cimeno para obtener una mezcla de poliestireno/p-cimeno;

5 la adición de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno a una primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno precipitado y una primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos, en el que dichas condiciones para obtener dicho poliestireno precipitado y dicha primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden la adición de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno a dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente en el punto de ebullición de dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión de dicho p-cimeno a partir de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno en dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente;

10 la separación de dicho poliestireno precipitado a partir de dicha primera porción de la solución de desechos de hidrocarburos;

15 de manera opcional la repetición de dicha disolución, adición y separación;

el lavado de dicho poliestireno precipitado con una segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno lavado y una segunda porción de solución de desechos de hidrocarburos, en el que dichas condiciones para obtener dicho poliestireno lavado y dicha segunda porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden

20 la adición de dicha segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente a dicho poliestireno precipitado en el punto de ebullición de dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión de dicho p-cimeno a partir de dicho poliestireno precipitado en dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente;

25 la separación de dicho poliestireno lavado a partir de dicha segunda porción de solución de desechos de hidrocarburos;

el lavado de dicho poliestireno lavado con una tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente bajo condiciones para obtener poliestireno lavado dos veces, y una tercera porción de solución de desechos de hidrocarburos, en el que dichas condiciones para obtener dicho poliestireno lavado dos veces y dicha tercera porción de la solución de desechos de hidrocarburos comprenden la adición de dicha tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente a dicho poliestireno lavado en el punto de ebullición de dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente y la agitación durante un tiempo para la difusión de dicho p-cimeno a partir de dicho poliestireno lavado en dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente para proceder en un grado suficiente;

30 la separación de dicho poliestireno lavado dos veces a partir de dicha tercera porción de solución de desechos de hidrocarburos; y

35 de manera opcional el secado de dicho poliestireno lavado dos veces para obtener poliestireno seco,

en el que dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, dicha segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y dicha tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente comprenden, consisten esencialmente en o consisten en un poliestireno hidrocarburo no disolvente que tiene un punto de ebullición a 1 atm de presión de 98 °C a 110 °C o de 105 °C a 110 °C.

40

2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno comprende poliestireno en una cantidad de 10% en peso a 30% en peso, en base al peso total de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno.

45 3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno comprende material insoluble y dicho proceso además comprende el filtrado de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno para extraer dicho material insoluble antes de la adición de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno a dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente.

4. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que más del 90% en peso de dicho p-cimeno en dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno se difunde en dicho poliestireno hidrocarburo no disolvente, en base al peso total de dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno.

50

5. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la relación en volumen de dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente a dicha mezcla de poliestireno/p-cimeno es de 2:1 a 4:1.

55 6. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho poliestireno lavado comprende menos de 0,3% en peso de p-cimeno.

7. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, dicha segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y dicha tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente comprenden, consisten esencialmente en o consisten

en un alcano C6-C8 o un destilado de petróleo.

- 5
8. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, dicha segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y dicha tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente comprenden, consisten esencialmente en o consisten en un alcano C6-C8.
9. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha primera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente, dicha segunda porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente y dicha tercera porción de poliestireno hidrocarburo no disolvente comprenden, consisten esencialmente en o consisten en n-heptano.
- 10
10. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que dicho poliestireno lavado dos veces se seca a una temperatura de 115 °C a 125 °C.
11. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que dicho proceso además comprende el procesamiento de dicho poliestireno seco bajo condiciones para obtener gránulos de poliestireno, en el que dichas condiciones para obtener dichos gránulos de poliestireno comprenden la extrusión de dicho poliestireno seco a una temperatura de 140 °C a 160 °C.
- 15
12. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que dicho desecho de poliestireno comprende, consiste esencialmente en o consiste en poliestireno expandido.
13. El proceso de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho desecho de poliestireno comprende, consiste esencialmente en o consiste en poliestireno expandido blanco.
- 20
14. Un procedimiento para la manipulación del reciclaje de poliestireno, que comprende:
- la provisión a un cliente de por lo menos un recipiente para el almacenamiento de desechos de poliestireno; la provisión a dicho cliente de instrucciones sobre cómo disolver dichos desechos de poliestireno en dicho por lo menos un recipiente mediante el uso de por lo menos un disolvente; de manera opcional, el control de la concentración de dichos desechos de poliestireno en dicho por lo menos un disolvente y/o un volumen de líquido y/o sólido contenido en dicho por lo menos un recipiente;
- 25
- la extracción de por lo menos una porción de un contenido líquido contenido en dicho por lo menos un recipiente y que comprende dichos desechos de poliestireno disueltos en dicho por lo menos un disolvente; de manera opcional, la adición de una cantidad de dicho por lo menos un disolvente en dicho por lo menos un recipiente; y
- 30
- el transporte de dicha por lo menos una porción de dicho contenido líquido contenido en dicho por lo menos un recipiente en una instalación en la que dichos desechos de poliestireno se reciclan o se tratan para la conversión de dichos desechos de poliestireno en poliestireno reciclado,
- en el que el reciclaje de dicho poliestireno o la conversión de dichos desechos de poliestireno en poliestireno reciclado se lleva a cabo por medio de un procedimiento de acuerdo con lo definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
- 35
15. Un procedimiento de almacenamiento de desechos de poliestireno y el reciclaje de dicho poliestireno, dicho procedimiento comprende:
- la disolución de un desecho de poliestireno en por lo menos un recipiente mediante el uso de por lo menos un disolvente;
- 40
- de manera opcional, el control de la concentración de dicho desecho de poliestireno en dicho por lo menos un disolvente y/o un volumen de líquido y/o sólido contenido en dicho por lo menos un recipiente;
- la extracción de por lo menos una porción de un contenido líquido contenido en dicho por lo menos un recipiente y que comprende dicho desecho de poliestireno disuelto en dicho por lo menos un disolvente;
- 45
- de manera opcional, la adición de una cantidad de dicho por lo menos un disolvente en dicho por lo menos un recipiente; y
- el transporte de dicha por lo menos una porción de dicho contenido líquido contenido en dicho por lo menos un recipiente en una instalación en la que dichos desechos de poliestireno se reciclan o se tratan para la conversión de dichos desechos de poliestireno en poliestireno reciclado,
- 50
- en el que el reciclaje de dicho poliestireno o la conversión de dichos desechos de poliestireno en poliestireno reciclado se lleva a cabo por medio de un procedimiento de acuerdo con lo definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

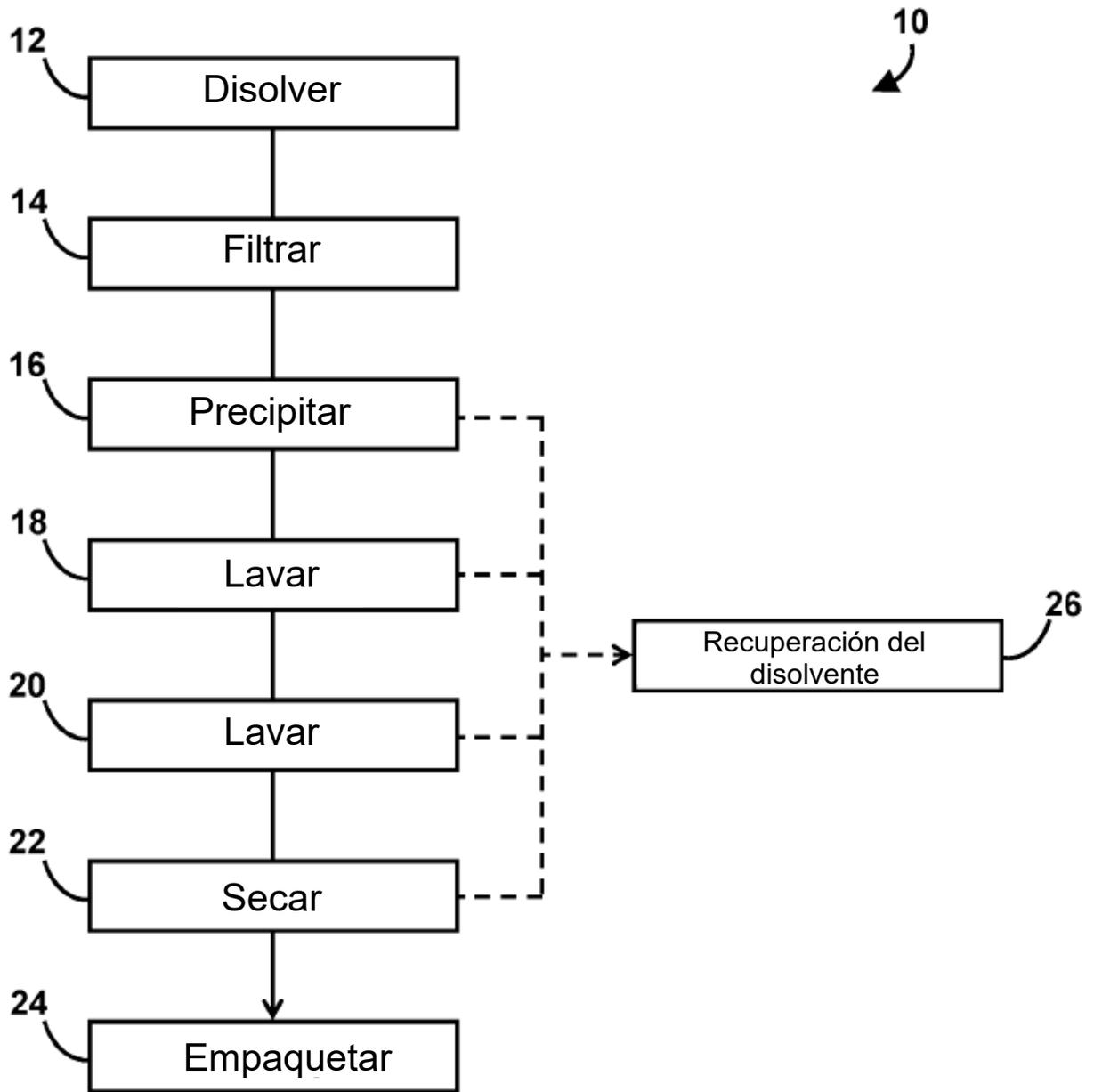


FIG. 1