

MÉTODO PARA LA PRODUCCIÓN DE ESPUMA DE POLIÉSTER DE BAJA DENSIDAD Y ARTÍCULOS FABRICADOS DE ESTA CON EL USO DE MATERIA PRIMA DE POLIÉSTER DE BAJA IV

5 REFERENCIA CRUZADA CON SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud prioritaria, núm. de serie provisional de los Estados Unidos 62/707,259, presentada el 26 de octubre de 2017, titulado “Method for Production of Low Density Polyester Foam and Articles Made Thereof Utilizing Low I.V. Polyester Feedstock”, que se incorpora en la presente descripción como referencia en su totalidad.

10

CAMPO DE LA DESCRIPCIÓN

La presente descripción se refiere a la espuma de poliéster de baja densidad. Más específicamente, la presente descripción se dirige a la espuma de poliéster de baja densidad que usa materia prima de poliéster de baja viscosidad intrínseca (IV), los métodos para la producción de esta y los artículos fabricados de esta.

15

ANTECEDENTES

La espuma es una sustancia formada por la captura de burbujas de gas en un líquido o sólido. Las espumas sólidas pueden ser de celda cerrada o de celda abierta. En la espuma de celda cerrada, el gas forma burbujas discretas, cada una completamente rodeada por el material sólido. En la espuma de celda abierta, las burbujas de gas se conectan entre sí. Una esponja de baño es un ejemplo de una espuma de celda abierta, donde el agua fluye fácilmente a través de toda la estructura, desplazando el aire. Una colchoneta para acampar es un ejemplo de una espuma de celda cerrada, donde las burbujas de gas se sellan entre sí para que la colchoneta no pueda absorber el agua. La espuma puede referirse a muchas variaciones diferentes del material de espuma, tales como espuma cuántica, espuma de poliuretano (goma espuma), espuma XPS, poliestireno, fenólico o muchos otros tipos fabricados de espuma. Como se usa en la presente descripción, la espuma puede referirse a la espuma de poliéster, específicamente, la espuma de poliéster de baja densidad. La espuma de poliéster de baja densidad puede tener ventajas significativas sobre muchos otros materiales debido al bajo peso de los artículos logrados mediante la formación de espuma, una gran pantalla térmica de desempeño y la dureza inherente del material. Sin embargo, el alto peso específico del material da como resultado un aumento del peso parcial que, junto con el costo de la

20

25

30

resina, ha colocado a este material en una desventaja de costo con respecto a otros materiales. Como resultado, la espuma de poliéster de baja densidad ha permanecido en gran medida sin uso comercialmente. Por ejemplo, si bien es una excelente alternativa a los envases de espuma de poliestireno, el costo se ha mantenido demasiado alto para ser competitivo.

- 5 La descripción reconoce que al usar la resina de poliéster de menor costo de viscosidad intrínseca (IV) menor, según lo medido por el método ASTM D-4603, específicamente las resinas posconsumo, la desventaja de costo de las espumas de poliéster puede reducirse, de esta manera, haciendo que estas espumas de poliéster sean un producto comercial viable. Pero, antes de la descripción, la resina de poliéster de baja viscosidad intrínseca no es adecuada para producir la
- 10 espuma de PET.

Durante la década de 1990, se realizó un esfuerzo concertado para comercializar la espuma de poliéster de baja densidad. (La baja densidad aquí se define como tener un peso específico de menos de 0.65 g/cc.) Hussain Al Ghatta del Grupo Massi Ghisolfi de Italia (véase la patente de Estados Unidos núm. 5,422,381, incorporada en la presente descripción en su totalidad), produjo

15 una espuma de grado resina de poliéster. Determinó que un poliéster lineal requería una IV de aproximadamente 1.2 dl/g para producir la resistencia en estado fundido necesaria para hacer la espuma de poliéster a baja densidad. DuPont, Musciatti (véase la patente de Estados Unidos núm. 5,391,582, incorporada en la presente descripción en su totalidad), desarrolló simultáneamente una espuma de grado PET con un IV de 0.95 dl/g, pero su resina estaba altamente ramificada. Eastman

20 produjo un sistema de formación de espuma en donde se usaría un PET virgen estándar de IV de 0.80 dl/g y reactivamente la IV aumentaría en el proceso de extrusión a través de un aditivo de reticulación. Este aditivo se patentó por Eastman, Boone, y otros, (véase la patente de Estados Unidos núm. 5,696,176, incorporada en la presente descripción en su totalidad), Amoco, Rotter, y otros, (véanse las patentes de Estados Unidos núms. 5,340,846 y 5,288,764, incorporadas en la

25 presente descripción en su totalidad) y otros.

Una vez que estas resinas estuvieron disponibles, la investigación adicional de Shell Chemical, Johnston, y otros, (véase la patente de Estados Unidos núm. 5,431,972, incorporada en la presente descripción en su totalidad) produjo un nucleador funcional. Trabajando en Genpak, Hartmann (véase la patente de Estados Unidos núm. 5,679,295, incorporada en la presente descripción en su

30 totalidad) desarrolló y patentó sistemas funcionales de agentes de soplado. Con el desarrollo de procesos adicionales, Genpak comercializó la espuma de PET de baja densidad.

Si bien fue un éxito técnico, el producto que Genpak comercializó fue un fracaso comercial. El mercado objetivo eran las bandejas horneables, una alternativa a las bandejas de PET sólidas y cristalizadas (CPET). Aunque funcional, las propiedades aislantes de la espuma disminuyeron los tiempos de calentamiento y enfriamiento, compensando el incentivo financiero de un producto de menor costo. El producto se discontinuó poco después de ingresar al mercado y desde entonces no se ha realizado ningún esfuerzo significativo para comercializar la espuma de PET de baja densidad en el empaque de alimentos.

Para competir con éxito en el mercado en otras aplicaciones que no sean las mencionadas anteriormente, debe reducirse el costo del producto. Debido al alto peso específico de la resina en sí misma y la incapacidad de alcanzar un peso específico extremadamente bajo (menos de 0.08 g/cc) como es posible con el poliestireno, hay un aumento de peso inherente y, por lo tanto, una penalización financiera en el uso de la espuma de PET.

Los intentos previos para producir espuma requirieron usar una resina de alta IV que se vendía con una prima o una resina virgen con IV por encima de 0.8 dl/g junto con un aditivo de reticulación para producir dicha espuma. Existe la necesidad de una alternativa de materia prima de menor costo para fabricar la espuma de PET de baja densidad.

La descripción se diseñó para abordar al menos ciertos aspectos de los problemas o las necesidades discutidas anteriormente, proporcionando un método para la producción de la espuma de poliéster de baja densidad y un artículo fabricado de esta con el uso de la materia prima de poliéster de baja IV.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En consecuencia, en un aspecto, la presente descripción abarca un método para producir la espuma de poliéster de baja densidad con el uso de la materia prima de poliéster de baja IV. El método de producción de la espuma de poliéster de baja densidad con el uso de la materia prima de poliéster de baja IV generalmente puede incluir proporcionar una materia prima de baja viscosidad intrínseca. La materia prima de baja viscosidad intrínseca puede incluir entre el 25 % y el 100 % de un poliéster posconsumo. La materia prima de baja viscosidad intrínseca proporcionada puede tener una viscosidad intrínseca de menos de 0.8 dl/g. La viscosidad intrínseca de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede aumentarse mediante una reacción de descondensación configurada para soportar la formación de espuma. La viscosidad intrínseca de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede aumentarse a 1.1 dl/g o más. Puede generarse una formulación

inicial que incluye la materia prima de baja viscosidad intrínseca con la viscosidad intrínseca aumentada. La formulación inicial puede espumearse para generar la espuma de poliéster. En donde, la espuma de poliéster producida puede tener un peso específico de menos de 0.65 g/cc.

En modalidades seleccionadas, el método para producir la espuma de poliéster puede incluir además la cristalización de la materia prima de baja viscosidad intrínseca en un cristalizador. En una modalidad alternativa, el método para producir la espuma de poliéster puede incluir además la granulación de la materia prima de baja viscosidad intrínseca. La cristalización o la granulación pueden configurarse para evitar que la materia prima de baja viscosidad intrínseca se funda durante la reacción de descondensación.

En otras modalidades seleccionadas del método para producir la espuma de poliéster, la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede incluir el poliéster virgen, el poliéster posconsumo que puede ser una materia prima de poliéster que consiste en resina de desecho posindustrial, y el producto de desecho reciclado del proceso. En modalidades seleccionadas, la resina de desecho posindustrial de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede consistir en escamas de botellas de desecho posconsumo.

En modalidades seleccionadas del método para producir la espuma de poliéster, aumentar la viscosidad de la materia prima de baja viscosidad intrínseca mediante una reacción de descondensación para soportar la formación de espuma puede incluir aumentar el peso molecular de la materia prima de baja viscosidad intrínseca. En modalidades seleccionadas, el peso molecular de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede aumentarse por la alimentación de la materia prima de baja viscosidad intrínseca a un reactor de estado sólido. En otras modalidades seleccionadas, el peso molecular de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede aumentarse mediante una reacción de descondensación en fase fundida con vacío mediante el uso de un reactor de fase fundida.

En modalidades seleccionadas del método para producir la espuma de poliéster, la generación de la formulación inicial puede incluir la adición de un agente potenciador de la viscosidad y/o un agente de nucleación. El agente potenciador de la viscosidad puede configurarse para ajustar la viscosidad de la materia prima de baja viscosidad intrínseca. El agente de nucleación puede configurarse para ayudar a nuclear la materia prima de baja viscosidad intrínseca. En modalidades seleccionadas, el agente potenciador de la viscosidad puede ser un agente de reticulación. En otras modalidades seleccionadas, el agente de nucleación puede consistir en una partícula de polifluoroetileno.

En modalidades seleccionadas del método para producir la espuma de poliéster, la formación de espuma de la formulación inicial para generar la espuma de poliéster puede incluir la extrusión en tándem de la formulación inicial para generar la espuma de poliéster. La extrusión en tándem de la formulación inicial para generar la espuma de poliéster puede incluir un extrusor de doble husillo primario y un extrusor de enfriamiento secundario. El extrusor de doble husillo primario puede incluir un sistema de inyección y un sistema de almacenamiento del agente de soplado configurado para introducir un agente de soplado en la formulación inicial una vez que la formulación inicial se funda y se mezcle a través del extrusor de doble husillo primario. Una mezcla homogénea de la formulación inicial con el agente de soplado inyectado en la misma puede salir del extrusor de doble husillo primario. El extrusor de enfriamiento secundario puede configurarse para enfriar la mezcla homogénea que sale del extrusor de doble husillo primario para proporcionar la reología necesaria a la solución homogénea para una formación de espuma exitosa. El extrusor de enfriamiento secundario puede configurarse para proporcionar el intercambio de calor con una generación de mínimo calor por cizallamiento. El extrusor de enfriamiento secundario puede incluir un husillo configurado para actuar como un intercambiador de calor para eliminar el calor de la mezcla homogénea y aumentar la viscosidad. En modalidades seleccionadas, puede incluirse un intercambiador de mallas entre el extrusor de doble husillo primario y el extrusor de enfriamiento secundario. El intercambiador de mallas puede configurarse para tamizar las impurezas sólidas. En modalidades seleccionadas, una bomba de engranajes puede estar entre el extrusor de doble husillo primario y el extrusor de enfriamiento secundario. La bomba de engranajes puede configurarse para presurizar la mezcla homogénea que sale del extrusor de doble husillo primario y para impartir un mínimo calor por cizallamiento adicional mientras limpia y renueva un contacto de la superficie de la mezcla homogénea. En modalidades seleccionadas, el agente de soplado puede consistir en un hidrocarburo. El hidrocarburo del agente de soplado puede ser, pero claramente no se limita a ellos, hidrocarburos C5, hidrocarburos C6, similares, etc.

En una modalidad seleccionada, el método para producir la espuma de poliéster puede incluir además el uso de un troquel para formar la espuma de poliéster. El troquel puede ser de cualquier tipo, tamaño o forma deseados, que incluye, pero no se limita a, un troquel de placas o un troquel de láminas. El troquel puede configurarse con el equipo de acabado asociado. Como ejemplo, y claramente sin limitarse a ello, el equipo de acabado asociado para el troquel puede incluir un tambor de dimensionamiento, una unidad de tracción y una bobinadora para producir un rollo. La unidad de tracción puede configurarse para arrastrar una burbuja de la espuma de poliéster sobre el

tambor de dimensionamiento y cortar la burbuja para abrir una lámina plana. En modalidades seleccionadas, la espuma de poliéster puede producirse como la lámina plana en forma de material en rollo con un grosor de al menos 0.1016 cm (0.040 pulgadas) y de hasta 0.9525 cm (0.375 pulgadas) de grosor. En otras modalidades seleccionadas, la espuma de poliéster puede producirse con grosores mayores de 1.27 cm (0.5 pulgadas) y anchos mayores de 15.24 cm (6 pulgadas). Como ejemplos, y claramente sin limitarse a ellos, la lámina plana puede usarse como una barrera térmica, la espuma de poliéster puede usarse como una madera o sustituto equivalente, similar o sus combinaciones.

En otras modalidades seleccionadas, la lámina plana puede termoformarse en artículos útiles. Los artículos útiles pueden incluir, pero claramente sin limitarse a ellos, envases de tipo almeja, bandejas de carne, platos, cuencos, similares, etc. En modalidades seleccionadas, la lámina plana puede termoformarse en artículos útiles mediante: desenrollar el rollo de la lámina plana de la espuma de poliéster; calentar el rollo desenrollado de la lámina plana en un horno, donde las temperaturas del horno se controlan para ablandar, pero no fundir, la lámina plana de la espuma de poliéster; formar la lámina plana de la espuma de poliéster calentada en una estación de formación, donde la lámina plana de la espuma de poliéster calentada es amorfa o cristalizada cuando se forma; cortar la lámina plana de la espuma de poliéster formada en una prensa de recortar, donde se almacena el desperdicio o el producto de desecho reciclado del esqueleto para su reutilización; y empaquetar los artículos útiles para la venta.

En otro aspecto, la descripción abarca un artículo útil fabricado de espuma de poliéster. El artículo útil descrito en la presente descripción puede fabricarse generalmente mediante cualquiera de las diversas modalidades del método de producción de la espuma de poliéster como se muestra y/o se describe en la presente descripción. Como resultado, el artículo útil puede incluir una materia prima de baja viscosidad intrínseca. La materia prima de baja viscosidad intrínseca puede incluir entre el 25 % y el 100 % de un poliéster posconsumo. La materia prima de baja viscosidad intrínseca proporcionada puede tener una viscosidad intrínseca de menos de 0.8 dl/g. La viscosidad intrínseca de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede aumentarse a 1.1 dl/g o más para soportar la formación de espuma. La materia prima de baja viscosidad intrínseca puede incluir el poliéster virgen, el poliéster posconsumo que puede ser una materia prima de poliéster que consiste en resina de desecho posindustrial, y/o el producto de desecho reciclado del proceso. En modalidades seleccionadas, la resina de desecho posindustrial de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede consistir en escamas de botellas de desecho posconsumo. Con esta

materia prima de baja viscosidad intrínseca del artículo útil fabricado de espuma de poliéster, un material inicial puede incluirse con la materia prima de baja viscosidad intrínseca con la viscosidad intrínseca aumentada, un agente potenciador de la viscosidad configurado para ajustar la viscosidad de la materia prima de baja viscosidad intrínseca y un agente de nucleación configurado para ayudar a nuclear la materia prima de baja viscosidad intrínseca. En donde, la espuma de poliéster del artículo útil puede tener un peso específico de menos de 0.65 g/cc.

En modalidades seleccionadas del artículo útil fabricado de espuma de poliéster, la espuma de poliéster puede producirse con grosores mayores de 1.27 cm (0.5 pulgadas) y anchos mayores de 15.24 cm (6 pulgadas).

En otras modalidades seleccionadas del artículo útil fabricado de espuma de poliéster, la espuma de poliéster puede producirse como la lámina plana en forma de material en rollo con un grosor de al menos 0.1016 cm (0.040 pulgadas) y de hasta 0.9525 cm (0.375 pulgadas) de grosor.

En otras modalidades seleccionadas del artículo útil fabricado de espuma de poliéster, la lámina plana puede usarse como una barrera térmica.

En otras modalidades seleccionadas del artículo útil fabricado de espuma de poliéster, la lámina plana puede usarse como una madera o sustituto equivalente.

En otras modalidades seleccionadas del artículo útil fabricado de espuma de poliéster, la lámina plana puede termoformarse en artículos útiles. Los ejemplos de tales artículos útiles termoformados pueden incluir, pero no están claramente limitados a ellos, envases de tipo almeja,

bandejas de carne, platos, cuencos, similares, etc.

El compendio ilustrativo anterior, así como también otros objetivos y/o ventajas ejemplares de la descripción, y la manera en que se logran los mismos, se explican adicionalmente dentro de la siguiente descripción detallada y sus dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente descripción se entenderá mejor leyendo la descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos, que no se dibujaron necesariamente a escala, y en los que los números de referencia similares denotan una estructura similar y se refieren a elementos similares en todas partes, y en los que:

La Figura 1 es un diagrama de flujo del método para producir la espuma de poliéster de baja densidad con el uso de la materia prima de poliéster de baja IV de acuerdo con las modalidades seleccionadas de la descripción; y

la Figura 2 es un diagrama de flujo del método para termoformar la lámina de la espuma de poliéster producida en los artículos termoformados de acuerdo con las modalidades seleccionadas de la descripción.

Cabe señalar que los dibujos presentados se destinan únicamente para fines ilustrativos y, por lo tanto, no se desea, ni se destinan a, limitar la descripción a ninguno o a todos los detalles exactos de construcción mostrados, excepto en la medida en que puedan considerarse esenciales para la descripción reivindicada.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Con referencia ahora a la Figuras 1-2, al describir las modalidades ilustrativas de la presente descripción, se emplea una terminología específica en aras de la claridad. Sin embargo, la presente descripción no pretende limitarse a la terminología específica seleccionada de este modo, y debe entenderse que cada elemento específico incluye todos los equivalentes técnicos que operan de una manera similar para lograr las funciones similares. Sin embargo, las modalidades de las reivindicaciones pueden realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las modalidades expuestas en la presente descripción. Los ejemplos expuestos en la presente descripción son ejemplos no limitativos y son simplemente ejemplos entre otros ejemplos posibles.

Con referencia ahora a la Figuras 1-2, en una modalidad posiblemente preferida, la presente descripción supera las desventajas mencionadas anteriormente y satisface la necesidad reconocida de dicho aparato o método proporcionando el método 100 de la producción de la espuma de poliéster de baja densidad con el uso de la materia prima de poliéster de baja IV 104. El método 100 de la producción de la espuma de poliéster de baja densidad con el uso de la materia prima de poliéster de baja IV 104 puede incluir generalmente la etapa 102 de proporcionar la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104. La materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede incluir entre el 25 % y el 100 % del poliéster posconsumo 120. La materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 proporcionada puede tener una viscosidad intrínseca de menos de 0.8 dl/g. La viscosidad intrínseca de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede aumentarse en la etapa 106 mediante una reacción de descondensación configurada para soportar la etapa de la formación de espuma 110. La viscosidad intrínseca de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede aumentarse a 1.1 dl/g o más en la etapa 106. La formulación inicial 109 puede generarse en la etapa 108. La etapa 108 de la generación de la formulación inicial 109

puede incluir la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 con la viscosidad intrínseca aumentada. La formulación inicial 109 puede espumearse para generar la espuma de poliéster en la etapa 110. En donde, la espuma de poliéster producida mediante el método 100 puede tener un peso específico de menos de 0.65 g/cc.

- 5 La materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede incluir cualquier tipo de materiales de poliéster. En modalidades seleccionadas, posiblemente preferidas, la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede incluir el poliéster virgen 118, el poliéster posconsumo 120 y el producto de desecho reciclado del proceso 122. Ver la Figura 1. El poliéster posconsumo 120 puede ser cualquier tipo de material de poliéster reciclado o reutilizable. En modalidades
10 seleccionadas posiblemente preferidas, el poliéster posconsumo 120 puede ser la materia prima de poliéster que consiste en resina de desecho posindustrial. En modalidades seleccionadas, posiblemente las más preferidas, la resina de desecho posindustrial de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede consistir en escamas de botellas de desecho posconsumo. La escama, como se usa en la presente descripción, puede referirse a una partícula que tiene una
15 longitud, ancho y grosor, en donde el grosor es inferior al 20 % de la dimensión menor de la longitud o el ancho. Como tal, una escama como se usa en la presente descripción puede ser una partícula con una relación significativa de área superficial a volumen.

La cristalización de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 en el cristizador 114 puede incluirse en las modalidades seleccionadas del método 100 para producir la espuma de
20 poliéster en la etapa 112. Ver la Figura 1. En una modalidad alternativa, el método 100 puede incluir la granulación de la materia prima de baja viscosidad intrínseca en la etapa 116. Las etapas de cristalización o granulación 112 o 116, respectivamente, pueden configurarse para evitar que la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 se funda durante la reacción de descondensación en la etapa 106.

- 25 La etapa 106 de aumentar la viscosidad de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede incluirse en el método 100. Ver la Figura 1. La etapa 106 de aumentar la viscosidad de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 mediante la reacción de descondensación para soportar la formación de espuma puede incluir aumentar el peso molecular de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104. La etapa 106 de aumentar la viscosidad de la materia prima de baja
30 viscosidad intrínseca 104 mediante la reacción de descondensación puede incluir diversos procesos o aparatos para aumentar la viscosidad de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 mediante el aumento del peso molecular, que incluye los procesos o aparatos actualmente

conocidos y/o descubiertos en el futuro. En modalidades seleccionadas, el peso molecular de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede aumentarse en la etapa 106 mediante la alimentación de la materia prima de baja viscosidad intrínseca al reactor de estado sólido 124. En otras modalidades seleccionadas, el peso molecular de la materia prima de baja viscosidad intrínseca puede aumentarse en la etapa 106 mediante una reacción de descondensación en fase fundida con vacío mediante el uso del reactor de fase fundida 126.

La etapa 108 de la generación de la formulación inicial 109 puede incluirse en el método 100. Ver la Figura 1. La etapa 108 de la generación de la formulación inicial 109 puede incluir cualquier proceso o aparato para generar la formulación inicial 109, que incluye cualquier proceso o aparato actualmente conocido y/o descubierto en el futuro. En modalidades seleccionadas, la etapa 108 de la generación de la formulación inicial 109 en el método 100 puede incluir la adición del agente potenciador de la viscosidad 128 y/o el agente de nucleación 130. El agente potenciador de la viscosidad 128 puede configurarse para ajustar la viscosidad de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104. En modalidades seleccionadas, el agente potenciador de la viscosidad 128 puede ser un agente de reticulación. El agente de nucleación 130 puede configurarse para ayudar a nuclear la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104. En modalidades seleccionadas, el agente de nucleación 130 puede configurarse para controlar el tamaño de la burbuja o la celda. En otras modalidades seleccionadas, el agente de nucleación 130 puede consistir en una partícula de polifluoroetileno.

La etapa 110 de formación de espuma de la formulación inicial 109 puede incluirse en el método 100. Ver la Figura 1. La etapa 110 de formación de espuma puede ser generar la espuma de poliéster. La etapa 110 puede incluir cualquier proceso o aparato para generar la espuma de poliéster que incluye cualquier proceso o aparato actualmente conocido y/o descubierto en el futuro. En modalidades seleccionadas, la etapa 110 de formación de espuma de la formulación inicial 109 puede incluir la extrusión en tándem 132 de la formulación inicial 109 para generar la espuma de poliéster. La etapa 132 de la extrusión en tándem de la formulación inicial 109 puede ser generar la espuma de poliéster y puede incluir usar el extrusor de doble husillo primario 134 y el extrusor de enfriamiento secundario 142. El extrusor de doble husillo primario 134 puede incluir el sistema de inyección 136 y el sistema de almacenamiento del agente de soplado 138 configurado para introducir el agente de soplado 140 en la formulación inicial 109 una vez que la formulación inicial 109 se funda y se mezcle a través del extrusor de doble husillo primario 134. En modalidades seleccionadas, el agente de soplado 140 puede consistir en un hidrocarburo. El

hidrocarburo del agente de soplado puede ser, pero claramente no se limita a ellos, hidrocarburos C5, hidrocarburos C6, similares, etc. De manera que, una mezcla homogénea puede salir del extrusor de doble husillo primario 134. El extrusor de enfriamiento secundario 142 puede configurarse para enfriar la mezcla homogénea que sale del extrusor de doble husillo primario 134 para proporcionar la reología necesaria a la solución homogénea para una formación de espuma exitosa. El extrusor de enfriamiento secundario 142 puede configurarse para proporcionar el intercambio de calor con una generación de mínimo calor por cizallamiento. Como tal, en modalidades seleccionadas, el extrusor de enfriamiento secundario 142 puede incluir un husillo configurado para actuar como un intercambiador de calor para eliminar el calor de la mezcla homogénea y aumentar la viscosidad. En modalidades seleccionadas, el intercambiador de mallas 146 puede incluirse entre el extrusor de doble husillo primario 134 y el extrusor de enfriamiento secundario 142. El intercambiador de mallas 146 puede configurarse para la etapa 144 del tamizaje de las impurezas sólidas. En modalidades seleccionadas, la bomba de engranajes 150 puede estar entre el extrusor de doble husillo primario 134 y el extrusor de enfriamiento secundario 142. La bomba de engranajes 150 puede configurarse para la etapa 148 de presurizar la mezcla homogénea que sale del extrusor de doble husillo primario 134 y para impartir mínimo calor por cizallamiento adicional mientras presuriza.

La etapa 152 de la formación de la espuma de poliéster puede incluirse con el método 100. Ver la Figura 1. La etapa 152 de la formación de la espuma de poliéster puede incluir cualquier proceso o aparato para formar la espuma de poliéster que incluye cualquier proceso o aparato actualmente conocido y/o cualquier proceso o aparato descubierto en el futuro. En una modalidad seleccionada, la etapa 152 de la formación de la espuma de poliéster en el método 100 puede incluir el uso del troquel 154 para formar la espuma de poliéster. El troquel 154 puede ser de cualquier tipo, tamaño o forma deseados de troquel, que incluyen, pero no se limitan a, un troquel de placas o un troquel de láminas. El troquel 154 puede configurarse con el equipo de acabado asociado 156. Como ejemplo y claramente no limitado a ello, el equipo de acabado asociado 156 para el troquel 154 puede incluir el tambor de dimensionamiento 158, la unidad de tracción 160, la bobinadora 162, para producir el rollo 164. La unidad de tracción 160 puede configurarse para arrastrar una burbuja de la espuma de poliéster sobre el tambor de dimensionamiento 158 y cortar la burbuja para abrir una lámina plana. En modalidades seleccionadas, la espuma de poliéster puede producirse como la lámina plana en forma de material en rollo con un grosor de al menos 0.01016 cm (0.040 pulgadas) y de hasta 0.9525 cm (0.375 pulgadas) de grosor. En otras modalidades seleccionadas, la espuma

de poliéster puede producirse con grosores mayores de 1.12 cm (0.5 pulgadas) y anchos mayores de 15.24 cm (6 pulgadas). Como ejemplos, y claramente sin limitarse a ellos, la lámina plana puede usarse como una barrera térmica, la espuma de poliéster puede usarse como una madera o sustituto equivalente, similar o sus combinaciones.

5 Con referencia ahora a la Figura 2, en otras modalidades seleccionadas del método 100 de la producción de la espuma de poliéster de baja densidad con el uso de la materia prima de poliéster de baja IV 104, la lámina plana puede termoformarse en los artículos útiles 166. Los artículos útiles 166 pueden incluir, pero claramente no se limitan a ellos, envases de tipo almeja, bandejas de carne, platos, cuencos, similares, etc. En modalidades seleccionadas, la lámina plana puede
10 termoformarse en los artículos útiles mediante: la etapa 168 de desenrollar el rollo 164 de la lámina plana de la espuma de poliéster; la etapa 170 de calentar el rollo desenrollado de la lámina plana en el horno 172, donde las temperaturas del horno pueden controlarse para ablandar, pero no fundir, la lámina plana de la espuma de poliéster; la etapa 174 de formar la lámina plana de la espuma de poliéster calentada en la estación de formación 176, donde la lámina plana de la espuma de
15 poliéster calentada puede ser amorfa o cristalizada cuando se forma; la etapa 178 de cortar la lámina plana de la espuma de poliéster formada en la prensa de recortar 180, donde el desperdicio o el producto de desecho reciclado del esqueleto se almacena para reutilizarse; y la etapa 182 de empaquetar los artículos útiles 166 para la venta.

En otro aspecto, la descripción abarca el artículo o los artículos útiles 166 fabricados de espuma de
20 poliéster. El artículo útil 166 descrito en la presente descripción puede fabricarse generalmente mediante cualquiera de las diversas modalidades del método 100 de la producción de la espuma de poliéster como se muestra y/o se describe en la presente descripción. Como resultado, el artículo útil 166 puede incluir la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104. La materia prima de baja viscosidad intrínseca puede incluir entre el 25 % y el 100 % del poliéster posconsumo 120. La
25 materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 proporcionada puede tener una viscosidad intrínseca de menos de 0.8 dl/g. La viscosidad intrínseca de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede aumentarse a 1.1 dl/g o más para soportar la formación de espuma. La materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede incluir el poliéster virgen 118, el poliéster posconsumo 120 que puede ser una materia prima de poliéster que consiste en resina de desecho
30 posindustrial, y el producto de desecho reciclado del proceso 122. En modalidades seleccionadas, la resina de desecho posindustrial de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 puede consistir en escamas de botellas de desecho posconsumo, como se describe y define en la presente

descripción. Con esta materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 del artículo útil 166 fabricado de espuma de poliéster, el material inicial 109 puede incluirse con la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104 con la viscosidad intrínseca aumentada, el agente potenciador de la viscosidad 128 puede incluirse para ajustar la viscosidad de la materia prima de baja viscosidad intrínseca 14, y el agente de nucleación 130 puede incluirse para ayudar a nuclear la materia prima de baja viscosidad intrínseca 104. En donde, la espuma de poliéster del artículo útil 166 puede tener un peso específico de menos de 0.65 g/cc.

En modalidades seleccionadas del artículo útil 166 fabricado de espuma de poliéster, la espuma de poliéster puede producirse con grosores mayores de 1.27 cm (0.5 pulgadas) y anchos mayores de 15.24 cm (6 pulgadas).

En otras modalidades seleccionadas del artículo útil 166 fabricado de espuma de poliéster, la espuma de poliéster puede producirse como la lámina plana en forma de material en rollo con un grosor de al menos 0.1016 cm (0.040 pulgadas) y de hasta 0.9525 cm (0.375 pulgadas) de grosor.

En otras modalidades seleccionadas del artículo útil 166 fabricado de espuma de poliéster, la lámina plana puede usarse como una barrera térmica.

En otras modalidades seleccionadas del artículo útil 166 fabricado de espuma de poliéster, la lámina plana puede usarse como una madera o sustituto equivalente.

En otras modalidades seleccionadas del artículo útil 166 fabricado de espuma de poliéster, la lámina plana puede termoformarse en los artículos útiles, como se muestra en la Figura 2. Los ejemplos de tales artículos útiles termoformados 166 pueden incluir, pero claramente no se limitan a ellos, envases de tipo almeja, bandejas de carne, platos, cuencos, similares, etc.

En síntesis, la descripción puede dirigirse a aumentar la resistencia en estado fundido de las materias primas de PET de baja viscosidad 104 para producir una espuma de poliéster de baja densidad. Este método implica usar las resinas de PET 104 con una IV de menos de 0.8 dl/g y usar la descondensación en estado sólido para producir una resina de PET espumable. En combinación con desarrollos previos tanto en agentes de nucleación como de soplado, puede producirse con éxito la espuma de PET de baja densidad, que puede usarse como material extruido o puede formarse en los artículos útiles 166 en una operación secundaria. Específicamente, el método 100 puede usar una materia prima de poliéster de baja IV 104. Esta materia prima puede granularse o usarse como escamas. La IV de la materia prima puede aumentarse a más de 1.1 dl/g a través del reactor de estado sólido 124. El material, ahora con una IV mejorada, puede procesarse mediante el uso de la extrusión en tándem 132 para producir la espuma. Puede usarse un potenciador de la IV

para lograr una reducción de la densidad óptima. Pueden usarse varias configuraciones del troquel para hacer que el rollo, las placas u otra geometría sean útiles para las aplicaciones comerciales.

Como material inicial, la descripción puede usar una resina virgen de baja IV para la materia prima de baja IV 104, con el poliéster posconsumo 120, que puede ser resina de PET posindustrial o posconsumo disponible a través del reciclaje de botellas y otros artículos de PET en sistemas de reciclaje ampliamente usados en todo el país. Dichos materiales están ampliamente disponibles y tienen un costo considerablemente menor que las resinas usadas previamente para el desarrollo de la espuma de PET. Para producir una espuma grado del material, este material sufre una reacción de descondensación con vacío para aumentar el peso molecular ya sea a través del reactor de estado sólido 124 tal como lo ofrece Starlinger de Austria o por una reacción de descondensación de fase fundida con vacío mediante el uso de un reactor de fase fundida como el que ofrece NGR de Austria.

Muschiatti (véase la patente de Estados Unidos núm. 5,391,582, incorporada en la presente descripción en su totalidad) describió el uso del poliéster posconsumo también, pero este nunca se redujo a la práctica. Muschiatti usó un extensor de cadena para fabricar la resina espumable, pero la IV no es lineal y se necesitan grandes cantidades de potenciador para lograr una IV de 1.2 dl/g. Esto puede dar como resultado reacciones desiguales que producen un producto extrudido grumoso incapaz de formarse uniformemente. Al aumentar primero la IV por descondensación en estado sólido, la espuma puede fabricarse con poco o ningún potenciador. Esto da como resultado un producto extrudido uniforme y estable.

En dependencia de otras necesidades, este material se combina con 0 % a 75 % de la resina de poliéster PET virgen 118 y se extruye para producir la espuma de baja densidad. La tecnología de formación de espuma elegida puede ser la extrusión en tándem 132, que es bien conocida en la industria con el extrusor primario 134 que consiste preferentemente de un extrusor de doble husillo en lugar de uno solo. Esto es ventajoso para mezclar y reducir la pérdida de IV debido al cizallamiento. El extrusor secundario 142 puede ser típicamente un extrusor de un solo husillo configurado para proporcionar el intercambio de calor con una generación de mínimo calor por cizallamiento, pero puede usarse cualquier tipo de intercambiador de calor de polímero. Los agentes de soplado 140 típicos pueden consistir en hidrocarburos así como también hidrocarburos de cloro-flúor. Se ha encontrado que las partículas de polifluoroetileno son nucleadores efectivos para el control del tamaño de la celda.

Además, puede usarse un agente de reticulación para ajustar la viscosidad como el agente potenciador de la viscosidad 128. La espuma de poliéster se desmoronará si la viscosidad es demasiado baja, pero se vuelve no uniforme (grumosa) e inutilizable si la viscosidad es demasiado alta o es desigual. Como tal, el control se mantiene mejor mediante el uso de la reacción de descondensación con vacío para lograr una IV mayor de 1.1 dl/g y luego añadir un agente de reticulación para ajustar la formulación a un rendimiento opcional. Dichos agentes están disponibles comercialmente en compañías como Sukano S606-HP.

Puede usarse un troquel de láminas o placas 154 con el equipo de acabado asociado 156 correcto. Con el uso de dicho sistema, la espuma de PET puede producirse a menos de 0.65 g/cc, una reducción en la densidad de al menos el 50 % de la resina base. Esta espuma puede usarse para las aplicaciones de sección transversal grande, como palcas marinas, o puede convertirse en material en rollo para la producción de los artículos termoformados 166, como se muestra y se describe en la Figura 2.

Refiriéndonos ahora específicamente de nuevo a la Figura 1, el poliéster virgen 118, el poliéster posconsumo 120 y el producto de desecho reciclado del proceso 122 en cualquier proporción pueden cristalizarse primero para evitar que el material se funda durante la descondensación en estado sólido. Esta mezcla puede alimentarse luego al reactor de descondensación en estado sólido 124 donde la IV puede aumentarse a más de 1.1 dl/g de viscosidad intrínseca. Alternativamente, esta mezcla puede granularse primero antes de la reacción de descondensación en estado sólido.

La resina de poliéster, ahora de alta IV, puede transportarse a un sistema de alimentación donde se combina en proporciones apropiadas con el aditivo potenciador de la viscosidad 128 y el agente de nucleación 130. Esta mezcla puede alimentarse al extrusor primario 134.

En una operación separada, el agente de soplado 140 puede alimentar un sistema de medición que se inyecta en el extrusor primario 134.

El extrusor primario 134 puede primero fundir y mezclar los componentes sólidos. Una vez fundidos, el agente de soplado 140 puede inyectarse y mezclarse de manera que salga una mezcla homogénea del extrusor primario 134. Subsecuentemente, la masa fundida se tamiza para las impurezas sólidas que pueden quedar atrapadas en el troquel 154, se presuriza con el uso de la bomba de engranajes 150 y luego se enfría en el extrusor de enfriamiento secundario 142. Este extrusor de enfriamiento secundario 142 puede diseñarse con un husillo para actuar como un intercambiador de calor que retira el calor de la masa fundida y aumenta la viscosidad para una expansión óptima de la espuma fuera del troquel 154.

Para producir los artículos termoformados 166, puede hacerse un material en rollo por el arrastre de una burbuja sobre el tambor de dimensionamiento 158 y cortando la burbuja para abrir una lámina plana. La unidad de tracción 160 puede garantizar un calibre uniforme con el material resultante enrollado en forma de rollo en la bobinadora 162. Los rollos 164 pueden usarse entonces tal cual o procesarse adicionalmente mediante termoformado.

Con referencia ahora específicamente a la Figura 2, la Figura 2 representa una operación de termoformado en donde el rollo 164, tal como se produce mediante el proceso de la Figura 1, puede colocarse en el desenrollado 168 que alimenta el material al horno 172. Las temperaturas del horno se controlan cuidadosamente para ablandar, pero no fundir, el material de espuma de poliéster. Este material ablandado luego se forma. El material puede ser amorfo o cristalizado cuando se forma. Los artículos formados pueden cortarse en la prensa de recortar 180. El desperdicio o el producto de desecho reciclado del esqueleto puede almacenarse para reutilizarse en el método 100 de la Figura 1. Los artículos útiles 166 pueden empaquetarse para la venta.

En una modalidad posiblemente preferida, como un ejemplo, y claramente sin limitarse a ella, la espuma de poliéster puede generarse con el uso del método 100 descrito en la presente descripción mediante el uso de escamas de botellas de poliéster posconsumo. Las escamas de botellas de poliéster posconsumo se lavan y se limpian, y pueden tener una viscosidad intrínseca nominal de 0.7 dl/g. Las escamas de botellas de poliéster posconsumo pueden cristalizarse primero mediante el uso de un cristalizador Starlinger. Este material puede procesarse luego mediante el uso de una planta de policondensación en estado sólido Starlinger ViscoSTAR a una viscosidad intrínseca de 1.1 dl/g o más.

Una mezcla de 25 % de poliéster virgen que tiene una viscosidad intrínseca de 0.8 dl/g y 72 % de las escama de botellas mejoradas puede alimentarse gravimétricamente a un extrusor de doble husillo. También puede añadirse un aditivo extensor de cadena, como el di-anhídrido piromelítico, a un nivel de aproximadamente ½ % para obtener la viscosidad final deseada. Este nivel adicional puede variar según la temperatura de la masa fundida, así como también la composición del agente de soplado. Típicamente, la experiencia indica la cantidad necesaria en función de los amperios del motor del extrusor secundario, que puede servir como un viscosímetro de hecho.

Después de que la masa fundida se plastifica, puede proporcionarse un sello de la masa fundida en el diseño del husillo. Después de este sellado, a alta presión, puede inyectarse el agente de soplado. Puede añadirse ciclopentano a aproximadamente 2 %, para una formación de espuma óptima. Sin

embargo, el nivel añadido puede variar según los requisitos del producto. El resto del extrusor de doble husillo puede diseñarse para mezclar y homogeneizar la composición.

La masa fundida homogénea puede salir del extrusor de doble husillo y fluir a través de un intercambiador de mallas que puede filtrar hacia afuera las partículas no deseadas. La masa fundida, típicamente a una temperatura de 560 °F y una presión de 1,500 psi, puede ingresar a la bomba de engranajes, lo que puede aumentar la presión a aproximadamente 2,500 psi. La bomba de engranajes puede dimensionarse para impartir el mínimo calor por cizallamiento adicional.

Al salir de la bomba de engranajes, la masa fundida puede entrar en el extrusor de enfriamiento secundario 142. El husillo puede diseñarse para impartir el mínimo calor por cizallamiento mientras limpia y renueva el contacto de la superficie de la masa fundida con el barril. El barril puede enfriarse con petróleo para evitar el choque térmico que puede acompañar al calor de vaporización. El propósito del extrusor secundario puede ser reducir la temperatura de fusión de aproximadamente 560 °F a entre aproximadamente 490 °F y 520 °F, lo que puede proporcionar la reología necesaria para una formación de espuma exitosa.

La masa fundida templada puede salir de la línea de extrusión a través de un troquel anular y puede pasar sobre un tambor de enfriamiento que puede congelar la espuma en su lugar. Una unidad de tracción y una bobinadora pueden recoger el producto en forma de rollos.

Los rollos pueden usarse directamente o formarse en una operación secundaria en artículos útiles. Por ejemplo, pero claramente sin limitarse a ello, uno de dichos artículos puede ser una bandeja para carnes. Mediante el uso de un termoformador, tal como un Irwin Model 50, y las herramientas apropiadas, pueden producirse dichos artículos. Las condiciones típicas para el primero pueden incluir una temperatura del horno de aproximadamente 600 °F con una velocidad de ciclo de 25 ciclos por minuto. La forma formada puede recortarse en una estación de perforado y troquelado y la parte puede empaquetarse para la venta.

Si bien esta puede ser la modalidad preferida de la invención, se entiende que otros procesos que satisfacen razonablemente los criterios de equivalencia también se incluyen dentro del alcance de esta invención al igual que los productos fabricados a partir de la espuma resultante producida.

Ejemplo 1

Con este primer ejemplo, se generó la espuma de poliéster con el uso del método 100 descrito en la presente descripción de acuerdo con las modalidades seleccionadas posiblemente preferidas. La resina de poliéster virgen Primatop GP-80 con una IV medida de 0.85 dl/gramo se cargó en un

reactor de estado sólido Starlinger SSP. Se cargaron aproximadamente 6,000 libras de material en el reactor.

El reactor se ajustó a una temperatura de 212 °C con una purga de 2,100 litros por hora de nitrógeno. El material se mantuvo en el reactor durante un período de 25 horas. Después de este tiempo, el material se descargó y se dejó enfriar. El material resultante se midió para determinar la viscosidad intrínseca. Los resultados variaron de 1.30 dl/gramo a 1.35 dl/gramo. La técnica anterior ha demostrado que este nivel de viscosidad intrínseca puede ser adecuado para las aplicaciones de formación de espuma de baja densidad, como se muestra y describe en la presente descripción.

10 Ejemplo 2

Con este segundo ejemplo, se generó la espuma de poliéster con el uso del método 100 descrito en la presente descripción de acuerdo con las modalidades seleccionadas posiblemente preferidas. Las escamas de botellas posconsumo se cargaron en un reactor Starlinger SSP. Se cargaron aproximadamente 6,500 libras de material. Este material se caracterizó por tener 20 ppm de madera, 260 ppm de cloruro de polivinilo y 990 ppm de G-Pet como contaminación. Además, el material contenía 710 ppm de escamas coloreadas y 11,080 ppm de escamas descoloridas amarillas. Se midió que la viscosidad intrínseca inicial de este material tenía un intervalo de 0.73 dl/gramo a 0.77 dl/gramo.

El reactor se calentó y se mantuvo a una temperatura de 212 °C y bajo una purga de nitrógeno de 2,100 litros por hora durante un período de 13 horas. El material se descargó y se dejó enfriar. El material resultante se midió para determinar la viscosidad intrínseca final.

Los valores variaron de 1.03 a 1.17 dl/gramo. La técnica anterior ha demostrado que este nivel de viscosidad intrínseca puede ser adecuado para las aplicaciones de formación de espuma de baja densidad, como se muestra y describe en la presente descripción.

25 Ejemplo 3

Con este tercer ejemplo, se generó la espuma de poliéster con el uso del método 100 descrito en la presente descripción de acuerdo con las modalidades seleccionadas posiblemente preferidas. La resina de poliéster posconsumo en forma de escamas de botellas con una medida de IV de 1.13 dl/gramo después de la reacción de descondensación (producida en el Ejemplo 2) se mezcló con un agente de nucleación Equicell al 1.0 % y luego se alimentó a un extrusor de doble husillo Listritz de 27 mm. El extrusor tenía una L/D de 40:1 que consistía de diez secciones de barril y un troquel de tres orificios.

La mezcla de poliéster/nucleador se alimentó al extrusor de doble husillo primario 134 mediante el uso de un alimentador gravimétrico Brabender. La velocidad de entrada al extrusor fue de 8 lb/h. Esta velocidad puede ser baja para un extrusor de este tamaño, pero se hizo de manera deliberada para permitir el tiempo de residencia en las últimas secciones del barril para lograr el enfriamiento necesario de la fase de fusión para que pueda lograrse una viscosidad óptima para la formación de espuma.

Mediante el uso de la bomba de engranajes 150 con accionamiento de velocidad variable, se inyectó el agente de soplado 140 en la sección novena del barril. El agente de soplado 140 consistió en una mezcla de isómeros de hexano y heptano y se añadió a la masa fundida a una velocidad del 2.5 % en peso.

El extrusor de doble husillo primario 134 se usó para fundir, mezclar y enfriar la mezcla de polímeros con la espuma resultante que sale del troquel de tres orificios. Las condiciones del proceso para esta muestra fueron:

Velocidad del extrusor – 144 rpm

Carga del extrusor – 17 %

Presión de fusión del troquel – 142 psi

Temperatura de la zona 1 - 538

Temperatura de la zona 2 - 526

Temperatura de la zona 3 - 531

Temperatura de la zona 4 - 526

Temperatura de la zona 5 - 527

Temperatura de la zona 6 - 523

Temperatura de la zona 7 - 522

Temperatura de la zona 8 - 512

Temperatura de la zona 9 - 502

Temperatura de la zona 10 - 502

Temperatura del troquel - 500

Temperatura de fusión (medida en la zona 6) - 491

Debido a la dificultad de tomar muestras, tanto por su forma como por su pequeño tamaño, la densidad de la espuma de poliéster extruida se determinó por desplazamiento de agua. La densidad de la espuma se estimó en 0.6 gramos/centímetro cúbico +/- 0.06 gramos/centímetro cúbico.

Este ejemplo mostró la viabilidad de producir la espuma de poliéster de baja densidad mediante el uso del 100 % de las escamas de botellas posconsumo.

En las especificaciones y/o figuras, se han descrito las modalidades típicas de la descripción. La presente descripción no se limita a tales modalidades ilustrativas. El uso del término “y/o” incluye
5 todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados. Las figuras son representaciones esquemáticas y no se dibujaron necesariamente a escala. A menos que se indique de cualquier otra manera, los términos específicos se han usado en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

La descripción y los dibujos anteriores comprenden las modalidades ilustrativas. Habiendo descrito
10 de este modo las modalidades ilustrativas, los expertos en la técnica deben tener en cuenta que las descripciones son solo ilustrativas y que pueden realizarse otras alternativas, adaptaciones y modificaciones dentro del alcance de la presente descripción. El solo hecho de listar o enumerar las etapas de un método en un cierto orden no constituye ninguna limitación en el orden de las etapas de ese método. Varias modificaciones y otras modalidades vendrán a la mente de un experto en la
15 técnica al cual esta descripción pertenece que tienen el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Aunque términos específicos se emplean en la presente descripción, ellos se usan en un sentido genérico y descriptivo solamente y no para propósitos de limitación. En consecuencia, la presente descripción no se limita a las modalidades específicas ilustradas en la presente descripción, sino que se limita solo por las siguientes
20 reivindicaciones.