

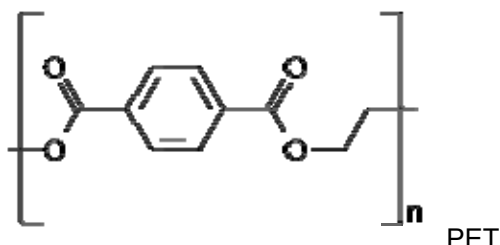
PROCESO PARA RECUPERACIÓN DE POLIÉSTER POR ADICIÓN AL REACTOR

REFERENCIA CRUZADA A LAS SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica el benéfico de la Solicitud de Patente Provisional Estadounidense No. 62/850,160, presentada el 20 de Mayo de 2019 y Solicitud de Patente no Provisional Estadounidense No. 16/808,939, presentada el 4 de Marzo 2020, cuyos contenidos de cada una se incorpora en la presente por referencia en su totalidad.

ANTECEDENTES

- 10 [01] El Polietilen-Tereftalato (PET) es un polímero recristalizable, en el cual la cristalización incluye muchas propiedades, tal como claridad, rigidez y resistencia del producto de PET. El PET tiene una baja cristalización, lo cual conduce a tiempos de ciclos prolongados que no son comercialmente viables. Además, el PET tiene una temperatura de distorsión por calor (HDT), de modo que el artículo de PET puede ablandarse a temperaturas relativamente bajas.
- 15 [02] Actualmente, el PET se utiliza en grandes cantidades para envasar, especialmente en productos alimenticios, tal como envases de bebidas, u otros productos básicos. A fin de proteger el medio ambiente, disminuir la demanda en los vertederos y disminuir la demanda de más petróleo para producir PET, Es necesario desarrollar técnicas de reciclaje de PET. Sin embargo, el PET reciclado padece frecuentemente de memoria de fabricación, lo que da como
- 20 resultado que el PET reciclado tenga propiedades desfavorables que no están presentes en el PET virgen. Sin embargo, el PET reciclado es importante, y por lo tanto, los protocolos del reciclaje para el PET que producen PET reciclado con propiedades similares al PET virgen serían beneficiosos. Como tal, es deseable un polímero de PET reciclado que tenga mejores propiedades, cristalización más rápida y mayor HDT mientras se mantienen las buenas
- 25 propiedades del PET.



[03] De esta manera, sería ventajoso tener técnicas de reciclaje de PET mejoradas.

SUMARIO

- 30 [04] En algunas formas de realización, un método para recuperar poliéster incluye:

proporcionar una alimentación de poliéster reciclado, en donde la alimentación de poliéster reciclado incluye partículas de poliéster, escamas de poliéster fuera de especificación, resina de poliéster fuera de especificación, y otra forma de poliéster; proporcionar una alimentación de precursores de poliéster; y convertir el poliéster reciclado y los precursores de poliéster en poliéster recuperado. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado se despolimeriza en un recipiente de reacción de despolimerización; y/o la alimentación de poliéster reciclado se despolimeriza de un recipiente de reacción de polimerización. En algunos aspectos, el recipiente de reacción de despolimerización y/o recipiente de reacción de polimerización recibe uno o más de: agua; metanol; ácido o base; o etilenglicol. En algunos aspectos, el agua despolimeriza el poliéster reciclado para producir ácido tereftálico y etilenglicol; el metanol despolimeriza el poliéster reciclado para producir dimetil tereftalato y etilenglicol; el ácido o base está en forma acuosa y despolimeriza el poliéster reciclado para producir ácido tereftálico y etilenglicol; o el etilenglicol despolimeriza el poliéster reciclado para producir bis-hidroxietil tereftalato (BHET). En algunos aspectos, el poliéster recuperado se caracteriza como poliéster virgen o es indistinguible del poliéster virgen. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster incluye PAT. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster incluye PET.

[05] En algunas formas de realización, el recipiente de reacción de despolimerización de despolimerización y/o recipiente de reacción de polimerización es cualquier recipiente de reacción en lotes o continuo, que se puede configurar como una mezcladora capaz de mezclar poliéster líquido en formatos en lote o continuos, tal como una mezcladora de un tornillo, mezcladora de doble tornillo, amasador continuo, mezclador de tornillo de vaivén, extrusor de dos tornillos, mezclador de arado continuo, o similar. En algunos aspectos, el recipiente de reacción de despolimerización y/o recipiente de reacción de polimerización también lleva a cabo una o más de: desgasificación, homogeneización, dispersión o calentamiento.

[06] En algunas formas de realización, el método incluye proporcionar el poliéster recuperado como una salida a un sistema de salida. En algunos aspectos, el sistema de salida proporciona el poliéster recuperado a almacenamiento o un sistema de formación de producto de poliéster o un sistema analítico. En algunos aspectos, el sistema analítico incluye un o más sistemas analíticos capaces de: determinar la viscosidad intrínseca del poliéster recuperado; determinar la velocidad de flujo del poliéster recuperado; determinar el punto de fusión del poliéster recuperado; determinar la temperatura de cristalización del poliéster recuperado; determinar un perfil de calorimetría de barrido diferencial del poliéster recuperado; o determinar la temperatura de distorsión de calor del poliéster recuperado. En algunos aspectos, el sistema de formación del producto de poliéster está configurado para: formar un

producto de solo el poliéster recuperado; o combinar el poliéster recuperado con una segunda alimentación de poliéster (segunda alimentación de PAT) para producir un producto de una aleación de poliéster.

[07] En algunas formas de realización, la alimentación de poliéster reciclado carece de otro polímero, y/o los precursores de poliéster carecen de otro polímero. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado consiste esencialmente de (o consiste de) PAT, y/o los precursores de poliéster consisten esencialmente (o consisten de) precursores de PAT. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado consisten esencialmente (o consisten de) PET, y/o los precursores de poliéster consisten esencialmente (o consisten de) precursores de PET. En algunos aspectos, el poliéster reciclado incluye escamas de PET reciclado o resina de PET fuera de especificación. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado incluye agua en una cantidad menor de 5%, menor de 1%, menor de 0.1%, en una cantidad traza de agua, o carece de agua. En algunos aspectos, la escama de PET reciclada o resina de PET fuera de especificación consiste esencialmente de (o consisten de, o incluye) 0 -100% de PET. En algunos aspectos, la escama de PET reciclada o resina de PET fuera de especificación consiste esencialmente de (o consisten de o incluye) 0-10%, 0-20%, 0-30%, 0-40%, 0-50%, 0-60%, 0-70%, 0-80%, 0-90%, o 0-100% PET. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado consisten esencialmente de (o consisten de o incluye) 0-100% de PET. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado consisten esencialmente de (o consisten de o incluye) 0-10%, 0-20%, 0-30%, 0-40%, 0-50%, 0-60%, 0-70%, 0-80%, 0-90%, o 0-100% de PET.

[08] En algunas formas de realización, el método puede incluir: despolimerizar el poliéster reciclado antes de mezclarlo con los precursores de poliéster; y/o despolimerizar el poliéster reciclado durante o después del mezclado con los precursores de poliéster. En algún aspecto, el método puede incluir polimerizar los monómeros de poliéster despolimerizados con los precursores de poliéster para formar un poliéster recuperado de reactivos polimerizables que se polimerizan para formar PET. En algunos aspectos, el recipiente de reacción de polimerización recibe los precursores de poliéster del almacenamiento de precursores, cada precursor se almacena separadamente o en cualquier combinación no de reacción. En algunos aspectos, los precursores de poliéster incluyen primeros precursores que reaccionan con los segundos precursores para formar poliéster. En algunos aspectos, los precursores de poliéster comprenden precursores de PET que incluyen: (1) un primer precursor de PET que incluye un PTA y/o DMT; y (2) un segundo precursor de PET que incluye un MEG y/o DEG. En algunos aspectos, los precursores de poliéster incluyen ciclohexanodimetanol y el producto es poliéster glicosilado. En algunos aspectos, los precursores de poliéster incluyen IPA. En

algunos aspectos, el primer precursor se proporciona separadamente del segundo precursor. En algunos aspectos, el primer precursor se mezcla con el segundo precursor bajo condiciones no de polimerización. En algunos aspectos, el primer precursor se mezcla con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores, y el poliéster reciclado se mezcla en la mezcla de precursores. En algunos aspectos, el primer precursor se mezcla con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores, y el poliéster reciclado y/o monómeros de poliéster despolimerizados se mezclan en la mezcla de precursores. En algunos aspectos, el primer precursor se mezcla con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores, y los monómeros de poliéster despolimerizados se mezclan en una mezcla de precursores.

[009] En algunas formas de realización, el método puede incluir: mezclar el primer precursor con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores; mezclar el poliéster reciclado en la mezcla de precursores para formar una mezcla de despolimerización; y llevar a cabo la despolimerización con la mezcla de despolimerización. En algunos aspectos, el método puede incluir: mezclar el primer precursor con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores; y mezclar los monómeros de poliéster despolimerizados en la mezcla de precursores para formar una mezcla de polimerización; y llevar a cabo la polimerización con la mezcla de polimerización. En algunos aspectos, el método puede incluir: llevar a cabo la despolimerización con el poliéster reciclado antes de ser mezclado con el primer precursor y el segundo precursor.

[010] En algunas formas de realización, el método puede incluir: llevar a cabo una primera despolimerización; llevar a cabo una primera polimerización; llevar a cabo una segunda despolimerización; llevar a cabo una segunda polimerización; y repetir un ciclo de despolimerización-polimerización para n ciclos, en donde n es un número entero.

[011] En algunas formas de realización, el método puede incluir: introducir el poliéster reciclado en una corriente de reactor continua; despolimerizar el poliéster reciclado en la corriente de reactor continua; y polimerizar los monómeros de poliéster despolimerizados con los precursores de poliéster en la corriente de reactor continua. En algunos aspectos, la polimerización se presenta entre alrededor de 200°C y alrededor de 330°C. En algunos aspectos, los precursores de poliéster comprenden precursores que incluyen: (1) un primer precursor que incluye un PTA y/o DMT e/o IPA; y (2) un segundo precursor de PET que incluye a MEG y/o DEG y/o PETG. En algunos aspectos, el poliéster reciclado tiene un porcentaje en peso de entre 1 y 50% de peso de composición de polimerización total del poliéster recuperado.

[012] En alguna forma de realización, el método puede incluir la salida del poliéster

recuperado como: una corriente de virutas para formar gránulos; y/o una lámina de poliéster.

[013] En algunas formas de realización, el método puede incluir controlar al menos un flujo de masa de salida al controlar la presión de un material fundido de poliéster recuperado con bucles de control de presión antes de la formación de un producto. En algunos aspectos, el control está en un sistema de flujo de troquel que incluye el uso de una bomba de salida, la bomba de salida controla directamente el flujo en el sistema de flujo de troquel.

[014] En algunas formas de realización, el método puede incluir: despolimerizar el poliéster reciclado para obtener monómeros de poliéster despolimerizados; y polimerizar los monómeros de poliéster despolimerizados con los precursores de poliéster para formar un poliéster recuperado. En algunos casos, el poliéster reciclado incluye escamas post-industriales y escamas post-consumo limpias y lavadas.

[015] En algunas formas de realización, un sistema para recuperar poliéster puede incluir: una alimentación de poliéster reciclado, en donde la alimentación de poliéster reciclado incluye partículas de poliéster, escamas de poliéster fuera de especificación, resina de poliéster fuera de especificación, u otra forma de poliéster; una alimentación de precursores de poliéster; un reactor configurado para convertir el poliéster reciclado y los precursores de poliéster en poliéster recuperado; y una salida de poliéster recuperado. En algunos aspectos, el reactor es: un recipiente de reacción de despolimerización que tiene la alimentación de poliéster reciclado; y/o un recipiente de reacción de polimerización que tiene la alimentación de poliéster reciclado. En algunos aspectos, el recipiente de reacción de despolimerización y/o recipiente de reacción de polimerización se acopla operablemente a un suministro de uno o más de: agua; metanol; ácido o base; o etilenglicol.

[016] En algunas formas de realización, el reactor está configurado para: despolimerizar el poliéster reciclado para obtener monómeros de poliéster despolimerizados; y/o polimerizar los monómeros de poliéster despolimerizados con los precursores de poliéster para formar el poliéster recuperado. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster incluye PAT. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster incluye PET. En algunos aspectos, el reactor es cualquier recipiente de reacción en lotes o continuo, que se puede configurar como mezcladora capaz de mezclar el poliéster líquido en formatos en lotes o continuos, tal como una mezcladora de un tornillo, mezcladora de dos tornillos, amasador continuo, mezcladora de tornillo de vaivén, extrusor de dos tornillos, mezcladora de arado continuo, o similar. En algunos aspectos, el reactor está configurado para llevar a cabo uno o más de: desgasificación, homogeneización, dispersión o calentamiento.

[017] En algunas formas de realización, el sistema incluye un sistema de salida. En algunos aspectos, el sistema de salida está configurado para proporcionar el poliéster recuperado al

almacenamiento o un sistema de formación de producto de poliéster o un sistema analítico, a ser acoplado operablemente con el mismo. En algunos aspectos, el sistema de formación de producto de poliéster está configurado: formar un producto de solo el poliéster recuperado; o combinar el poliéster recuperado con una segunda alimentación de poliéster (segunda alimentación de PAT) para producir un producto de una aleación de poliéster.

[018] En algunas formas de realización, la alimentación de poliéster reciclado carece de otro polímero, y/o los precursores de poliéster carecen de otro polímero. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado consisten esencialmente (o consisten de) PAT, y/o los precursores de poliéster consisten esencialmente (o consisten de) precursores de PAT. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado consisten esencialmente (o consisten de) PET, y/o los precursores de poliéster consisten esencialmente (o consisten de) precursores de PET. En algunos aspectos, el poliéster reciclado incluye escamas de PET reciclado o resina fuera de especificación. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado incluye agua en una cantidad menor de 5%, o menor de 1%, o menor de 0.1%, o una cantidad traza de agua o carece de agua. En algunos aspectos, las escamas de PET reciclado o resina de PET fuera de especificación consisten esencialmente de (o consisten de o incluye) 0-100% de PET. En algunos aspectos, las escamas de PET reciclado o resina de PET fuera de especificación consisten esencialmente de (o consisten de o incluye) 0-10%, 0-20%, 0-30%, 0-40%, 0-50%, 0-60%, 0-70%, 0-80%, 0-90%, o 0-100% de PET. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado consisten esencialmente de (o consisten de o incluye) 0-100% PET. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado consisten esencialmente de (o consisten de o incluye) 0-10%, 0-20%, 0-30%, 0-40%, 0-50%, 0-60%, 0-70%, 0-80%, 0-90%, o 0-100% de PET. En algunas formas de realización, el sistema puede incluir un controlador que tiene un dispositivo de memoria no transitorio tangible que tiene instrucciones ejecutables por computadora para controlar el sistema para llevar a cabo el método de una de las formas de realización. En algunos aspectos, el controlador está configurado para: despolimerizar el poliéster reciclado antes de mezclarlo con los precursores de poliéster; y/o despolimerizar el poliéster reciclado durante o después de mezclarlo con los precursores de poliéster. En algunos aspectos, el controlador está configurado para controlar la polimerización de los monómeros de poliéster despolimerizados con los precursores de poliéster para formar un poliéster recuperado de los reactivos polimerizables que se polimerizan para formar PET. En algunos aspectos, el controlador está configurado para controlar el recipiente de reacción de polimerización para recibir los precursores de poliéster de un almacenamiento de precursores, cada precursor se almacena separadamente o en cualquier combinación no de reacción. En algunos aspectos, el controlador está configurado

para controlar: mezclar el primer precursor con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores; y mezclar los poliéster reciclado en la mezcla de precursores para formar una mezcla de despolimerización; y llevar a cabo la despolimerización con la mezcla de despolimerización. En algunos aspectos, el controlador está configurado para controlar:

5 mezclar el primer precursor con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores; y mezclar los monómeros de poliéster despolimerizados en la mezcla de precursores para formar una mezcla de polimerización; y llevar a cabo la polimerización con la mezcla de polimerización. En algunos aspectos, el controlador se configura para llevar a cabo la despolimerización con el poliéster reciclado antes de ser mezclado con el primer precursor y el

10 segundo precursor.

[019] En algunas formas de realización, se proporcionar un poliéster recuperado 423 producido por el método para recuperar poliéster de acuerdo con una o cualquiera de las formas de realización descritas en la presente.

[020] En algunas formas de realización, se proporciona un método para fabricar objetos de

15 poliéster que comprende:

proporcionar un material fundido de poliéster, en donde el poliéster es un poliéster recuperado 423 de acuerdo con cualquiera de las formas de realización descritas en la presente;

hacer fluir el material fundido de poliéster a una válvula que tiene múltiples salidas;

20 hacer fluir el material fundido de poliéster de la válvula que tiene múltiples salidas a un sistema formador de troquel, el sistema formador de troquel incluye una pluralidad de troqueles, y un sistema de virutas; y

formar los objetos de poliéster del material fundido de poliéster.

[021] En algunas formas de realización del método para fabricar objetos de poliéster, los

25 objetos de poliéster son láminas o gránulos de poliéster.

[022] En algunas formas de realización, se proporcionan objetos de poliéster fabricados por el método para fabricar objetos de poliéster en una o cualquiera de las formas de realización descritas en la presente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[023] La información anterior y siguiente, así como otras características de esta descripción, serán más evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas, tomadas junto con las figuras adjuntas. Entendiendo que estas figuras representan solo varias formas de realización de acuerdo con la descripción y, por lo tanto, no deben considerarse

35 limitantes de su alcance, la descripción describirá con una especificidad y detalle adicionales

mediante el uso de las figuras adjuntas.

[024] La Fig. 1 ilustra una forma de realización de un sistema de recuperación de PET.

[025] La Fig. 2 ilustra un bucle de control para un sistema de recuperación de PET, tal como para las bombas del sistema de la Fig. 1.

5 **[026]** La Fig. 3 ilustra bucles individuales que se utilizan para controlar la salida de la última bomba para mantener la calidad tanto en el bucle de corte como en el bucle de línea de lámina de la Fig. 1.

[027] La Fig. 4 ilustra un método y sistema para recuperar poliéster.

[028] La Fig. 5 rutas de despolimerización.

10 **[029]** La Fig. 6 muestra un dispositivo informático ejemplar que se puede disponer en algunas formas de realización para provocar el desempeño de los métodos (o porciones de los mismos) descritos en la presente, tal como al ser el controlador.

[030] La Fig. 7 muestra una gráfica de turbidez contra espesor de lámina de PET.

15 **[031]** Los elementos de las figuras están dispuestas de acuerdo con al menos una de las formas de realización descritas en la presente, y esta dispositivo puede modificarse de acuerdo con la descripción proporcionada en la presente por un experto en la técnica.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[032]** En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a las figuras adjuntas, que forman parte de la misma. En las figuras, los símbolos similares identifican típicamente componentes similares, a menos que el contexto indique lo contrario. Las formas de realización ilustrativas descritas en la descripción detallada, dibujos y reivindicaciones no pretenden ser limitantes. Se pueden utilizar otras formas de realización y se pueden llevar a cabo otros cambios sin apartarse del espíritu o alcance del tema presentado en la presente.

25 Se entenderá fácilmente que los aspectos de la presente descripción, como se describe en general en la presente y se ilustran las figuras, se pueden organizar, sustituir, combinar, separar y diseñar en una amplia variedad de configuraciones diferente, todas las cuales se contemplan explícitamente en la presente.

30 **[033]** En general, la presente tecnología se refiere a un proceso para volver a agregar polímero de PET reciclado a la corriente de alimentación en un reactor de PET. El polímero de PET resultante producido de este proceso tiene propiedades que le permiten ser utilizados para producir nuevos productos sin ningunas limitaciones, que pueden permitir que el polímero PET resultante que incluye el PET reciclado se utilice sustancialmente cualquier producto de PET. El proceso de recuperación de PET combina PET reciclado con reactivo de PET reciente

35 a fin de formar PET recuperado, que se puede tratar como PET virgen. El proceso de

recuperación de PET produce un método económico para recuperar escamas de PET post-consumo limpias y resina de PET fuera de especificación.

[034] Los procesos de recuperación de PET descritos pueden utilizar PET reciclado de cualquier fuente. el PET reciclado puede estar en cualquier forma, tal como escamas (por ejemplo, material molido producido de producto reciclado), resina de especificación, o cualquier otra forma de PET reciclado. También, el proceso de recuperación de PET puede utilizar otro PET recuperado, tal como PET reciclado re-extruido mezclado (por ejemplo, PET reciclado co-extruido opcionalmente con o sin PET virgen u otro PET reciclado), co-extruir el PET en láminas con el PET recuperado en la capa central y el PET virgen como capas exteriores, PET despolimerizado (por ejemplo, procesado con solvente, u otro procesamiento, despolimerización con enzimas). Previamente, estos PET reciclados eran deficientes como es conocido en la técnica anterior o demasiado costosos (por ejemplo, despolimerización). De esta manera, se puede utilizar cualquier fuente de PET reciclado o fuente de PET despolimerizado para el proceso de recuperación PET descrito en la presente.

[035] Ahora, la presente técnica de recuperación de PET utiliza un PET reciclado o cualquier PET de producto post-consumo en sustancialmente cualquier forma sin ningún estado de despolimerización. Aunque la presente técnica de recuperación de PET puede utilizar PET despolimerizado, la presente técnica de recuperación de PET se desarrolló para omitir o evitar la totalidad del proceso de despolimerización de PET. Por consiguiente, los aspectos de la invención excluyen específicamente utilizar el PET despolimerizado como un reactivo o material de origen en el reactor de recuperación de PET.

[036] La presente técnica de recuperación de PET da por resultado un polímero de PET recuperado que no tiene historial de procesamiento, ni composición o memoria de forma, y/o ninguna indicación de que el PET dentro de un producto formado del mismo (del polímero de PET recuperado) fue incluido en un producto de consumo, tal como una botella, lámina, cuchara o cualquier cosa. Las propiedades del polímero de PET recuperado hecho en este presente proceso de recuperación de PET se puede considerar o caracterizar químicamente y/o caracterizar físicamente por el mismo como el PET virgen formado de resina de PET virgen. De esta manera, la presente técnica de recuperación de PET puede utilizar de manera eficaz escamas de PET o resina fuera de especificación como una materia prima en producir resina de PET reciclado que es equivalente a la resina de PET virgen.

[037] En alguna forma de realización, la presente técnica de recuperación de PET incluye desensamblar químicamente cualquier polímero de PET (por ejemplo, polímero de PET reciclado) a su monómero original y/o polímeros pequeños y luego re-polimerizar los monómeros y/o polímeros pequeños de nuevo a un polímero completo nuevamente. Los

polímeros pequeños pueden incluir “n” monómeros, donde “n” puede ser un número entero de 2 a 50, de manera más preferente 2 a 25, de manera más preferente 2 a 15, de manera más preferente 2 a 10, o menor de 10 monómeros. El desensamblaje químico del PET da como resultado que los monómeros y pequeños polímeros pierdan cualquier historial de procesamiento, composición previa o memoria de forma, y/o cualquier indicación química y/o física previa de que el PET recuperado dentro de un producto formado a partir del mismo (por ejemplo, polímero de PET recuperado) alguna vez se incluyó en un producto de consumo. De esta manera, el PET recuperado no tiene relación con el polímero reciclado original y se comporta o se puede caracterizar (por ejemplo, químico y/o físico) como un polímero nuevo.

5
10 **[038]** El PET recuperado producido como se describe en la presente supera los problemas con el reciclaje de PET convencional. En un proceso de reciclaje de PET convencional, el PET reciclado se funde y se mezcla simplemente con otro PET reciclado y/o resina de PET virgen. El polímero de PET mezclado resultante se funde y se mezcla, pero los polímeros de PET individuales siguen siendo en gran parte los de las diversas resinas de PET implicadas. Por ejemplo, si una resina tiene una viscosidad intrínseca (IV) de 0.60 y otra resina tiene una IV de 15 0.80, cuando se mezclan en una relación de 50:50, la resina resultante IV puede ser de 0.70 (por ejemplo, $50 \times .60 = 0.30$ $50 \times 0.80 = 0.40$ $0.30 + 0.40 = 0.70$). La razón por la que el reciclaje post-consumo se recupera a niveles bajos es porque las aplicaciones para los usos de este material son limitadas debido a las propiedades químicas y/o físicas comprometidas. 20 Ahora, la presente técnica de recuperación de PET elimina estas limitaciones y proporciona un PET recuperado que es sustancialmente de manera química y físicamente idéntico a la resina de PET virgen.

[039] En algunas formas de realización, la presente técnica de recuperación de PET combina el PET reciclado con los reactivos de PET con agua que se procesa en una reacción de despolimerización tal que el polímero de PET reciclado absorbe el agua para provocar la 25 separación del monómero para producir los monómeros y los polímeros de PET pequeños. En algún punto, se presenta una reacción de polimerización con los monómeros y/o polímeros de PET pequeños para formar cadenas de polímero más largas y dar por resultado resina de PET. Esta resina de PET se considera que es el polímero de PET recuperado debido a que incluye PET reciclado y PET virgen en una manera indistinguible. 30

[040] En algunas formas de realización, la polimerización de PET es una reacción de condensación. Una reacción de condensación es cuando dos moléculas reaccionan para formar una nueva molécula y una molécula de agua se libera. La química de polimerización de PET comienza con los reactivos de PET, tal como ácido tereftálico (PTA) y monoetilenglicol 35 (MEG) que se combinan y reaccionan para formar lo que es referido como el monómero de

PET bis-(2-hidroxietil)-tereftalato (BHET). Como tal, el primer paso en la polimerización incluye las moléculas de PTA que reaccionan con las moléculas de MEG para formar BHET, y con cada reacción, se forma una molécula de agua. Para que esta reacción y las reacciones subsecuentes continúen, el agua que se forma debe ser eliminada (por ejemplo, utilizada para romper una cadena de PET reciclado). Una vez que se ha hecho reaccionar todo el PTA, luego las moléculas de BHET (por ejemplo, monómero) que comienzan a reaccionar entre sí para formar polímeros de PET pequeños que reaccionan entre sí y con cualquier BHET para formar cadenas de polímero de PET más largas y más largas. Durante la fase de polimerización, el proceso puede incluir eliminar el agua de modo que no reaccione con otras moléculas de polímero de PET al eliminar el agua de la zona de reacción (por ejemplo, por evaporación). Por consiguiente, el proceso de polimerización de PET de fase líquida puede incluir una serie de pasos de proceso, cada uno siendo más caliente y cada uno teniendo una presión más baja a fin de continuar a hacer que subproducto de agua se evapore y salga de la zona de reacción (por ejemplo, sal del recipiente de reacción).

[041] En algunas formas de realización, la técnica de recuperación de PET se lleva a cabo sobre la base de que una molécula de polímero no desea salir en presencia de su monómero especialmente si hay agua en el mismo entorno. Cuando el polímero reciclado se introduce a un monómero de BHET y un entorno rico en agua, las fuerzas naturales del equilibrio químico toman control, el polímero comienza a absorber agua, y sus monómeros comienzan a separarse muy rápidamente. También, el PTA virgen y MEG se han introducido a la zona de reacción como en un proceso de polimerización común. Esto da por resultado la zona de reacción que incluye sustancialmente solo monómeros, algunos de la reacción de PTA virgen y MEG y algunos de la despolimerización del PET reciclado. Luego, esta mezcla se mueve hacia abajo al proceso de reacción donde los monómeros comienzan a formar polímeros pequeños y luego cadenas de polímero de PET más largas y más largas, y de esta manera la resina de PET es una resina de PET recuperada.

[042] En algunas formas de realización, el PET reciclado, tal como escamas o resina fuera de especificación (por ejemplo, en la presente, la resina fuera de especificación se considera que es PET reciclado, pero las escamas y la resina fuera de especificación se pueden separar en alguna forma de realización), se introduce en un recipiente de reacción.

[043] En algunas formas de realización, los reactivos de PET, tal como PTA y MEG, se introducen en el recipiente de reacción junto con el PET reciclado. En algunos aspectos, los reactivos de PET pueden incluir dimetil tereftalato (DMT) junto con un PTA o en lugar del PTA. En algunos aspectos, los reactivos de PET pueden incluir dietilenglicol (DEG) junto con el MEG o en lugar del MEG. En algunos aspectos, los reactivos de PET pueden incluir poliéster

glicolizado (PETG) junto con el MEG y/o DEG o en lugar del MEG y/o DEG.

5 **[044]** En algunas formas de realización, el agua líquida a granel no se introduce específicamente (por ejemplo, se proporciona) en el recipiente de reacción. En cambio, el agua utilizada en la reacción de despolimerización puede incluir moléculas de agua que se adhieren al PET reciclado, tal como por condensación, adherencia de volumen, adherencia molecular, o similar.

10 **[045]** En algunas formas de realización, el agua a granel se introduce afirmativamente en el recipiente de reacción, tal como al ser proporcionada en un recipiente de reacción. Por ejemplo, el recipiente de reacción puede incluir un puerto que se une a una fuente de agua. Alternativamente, el agua se puede mezclar con un reactivo de PET y proporcionar en el recipiente de reacción. También, el agua se puede mezclar con el PET reciclado, tal como escamas de PET, y proporcionar en el recipiente de reacción con el PET reciclado.

15 **[046]** En algunas formas de realización, un despolimerizador de PET se puede introducir afirmativamente en el recipiente de reacción, tal como al ser proporcionado en el recipiente de reacción. Por ejemplo, el recipiente de reacción puede incluir un puerto que se une a una fuente de despolimerizador de PET. Alternativamente, el despolimerizador de PET se puede mezclar con un reactivo de PET y proporcionar en el recipiente de reacción. También, el despolimerizador de PET se puede mezclar con el PET reciclado, tal como escamas de PET, y proporcionar en el recipiente de reacción con el PET reciclado. El despolimerizador de PET
20 puede incluir agua, agua ácida, agua alcalina, metanol, metanol acuoso, etilenglicol, etilenglicol acuoso, y mezclas de los mismos. El agua ácida puede utilizar cualquier ácido razonable (por ejemplo, HCl). El agua alcalina puede utilizar cualquier base razonable (por ejemplo, hidróxido de sodio). Como tal, el despolimerizador de PET puede dar por resultado despolimerización del PET reciclado como se muestra en la Fig. 5. Como tal, el metanol puede dar por resultado DMT y etilenglicol (EG) a través de metanolisis. El agua, ya sea neutra, alcalina o ácida, puede dar por resultado TPA y EG a través de hidrólisis. El EG puede dar por resultado oligómeros de BHET y PET (por ejemplo, moléculas de PET pequeñas) a través de glucólisis. Sin embargo, en algunas formas de realización, se introduce de manera específica no afirmativamente el despolimerizador de PET, pero se puede proporcionar al ser adherido o
25 contenido en un reactivo, tal como el PET reciclado.

30 **[047]** La polimerización del PET reciclado despolimerizado y los reactivos de PET virgen se pueden conducir como es conocido en la técnica de la polimerización de PET, tal como por las referencias incorporadas.

35 **[048]** La Fig. 1 ilustra una forma de realización de un sistema de recuperación de PET 100, que se puede utilizar para fabricar láminas de PET. Una primera materia prima 102 de los

precursores de PET y una segunda materia prima del PET reciclado 104 se alimentan en el al reactor 106 del sistema para fabricar PET recuperado. En una forma de realización, los precursores de PET incluyen: (1) un primer precursor de PET que incluye una materia prima de PTA y/o DMT; y (2) un segundo precursor de PET que incluye una materia prima de MEG y/o DEG.

[049] En otro aspecto de la presente invención, una tercera materia prima 103 de los precursores secundarios, tal como ciclohexanodimetanol (CHDM) se puede utilizar en combinación con los precursores primarios tal como MEG o DEG. En este aspecto, el producto final es PETG.

[050] En una forma de realización, las dos materias primas 102 y 104 se procesan en el reactor 106 conjuntamente a fin de despolimerizar el PET reciclado.

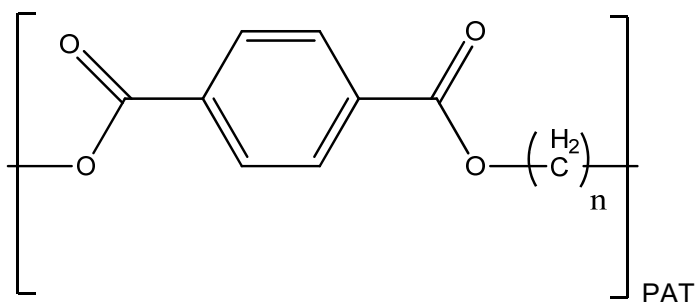
[051] En una forma de realización, la primera materia prima 102 se agrega al reactor 106 para someterse a la despolimerización, y luego subsecuente a al menos despolimerización parcial o completa, la segunda materia prima 104 se agrega al reactor 106.

[052] En una forma de realización, subsecuente a la despolimerización del PET reciclado, las dos materias primas 102 y 104 producen un BHET intermedio en el reactor 106, que se puede convertir a Polietilen Tereftalato al calentar a una temperatura arriba del punto de ebullición de etilenglicol o la mezcla de reacción bajo condiciones que afectan la eliminación del glicol o agua u otro despolimerizador. Las materias primas 102 y 104 se hacen reaccionar en el reactor 106 por esterificación y polimerización para producir el material fundido de PET. El calentamiento en el reactor 106 puede presentarse en una temperatura tan alta como 325°C, si se desea. Durante el calentamiento, la presión se reduce para proporcionar de esta manera una rápida destilación del exceso de glicol, agua, u otro despolimerizador.

[053] El polímero de PET recuperado producido en el reactor 106 puede tener una VI, como es medida en ortoclorofenol a 25°C, en exceso de 0.3 dL/g. De manera más preferente, la VI del polímero de PET recuperado varía de alrededor de 0.4 a alrededor de 1.0 dL/g, medida en ortoclorofenol a 25°C. Aún de manera más preferente, el polímero de PET recuperado es química y físicamente suficiente para ser empleado en el presente sistema para fabricar láminas de PET 101. Este polímero de PET recuperado puede tener una VI de alrededor de 0.5 a alrededor de 0.7 dL/g, como es medida en ortoclorofenol a 25°C. El poliéster termoplástico que contiene el polímero de este presente sistema de recuperación de PET 100 para fabricar láminas de PET 101 tiene un punto de fusión preferido en el intervalo de alrededor de 200°C a alrededor de 330°C, o de manera más preferente de alrededor de 220°C a alrededor de 290°C, y de manera mucho más preferente de alrededor de 250°C a alrededor de 275°C.

[054] Un aspecto del presente sistema de recuperación de PET hace una lámina de PET 101. En otro aspecto, el presente sistema de recuperación de PET para fabricar láminas de PET 101 se utiliza para producir todos los tipos de productos, incluidas láminas, con todos los otros tipos de polímeros fundidos. Otro polímero fundido ejemplar es un polímero de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE). Además de los homopolímeros, el presente sistema para fabricar láminas de PET 101 se puede utilizar con copolímeros de PET, tal como al agregar CHDM en lugar del etilenglicol o ácido isoftálico (IPA) en lugar de algunas de las unidades de tereftalato en la segunda materia prima 104 (por ejemplo, primer precursor de PET).

5 **[055]** En una forma de realización, el PET reciclado puede ser cualquier polialquil tereftalato reciclado (PAT), y los reactivos de PET pueden ser cualquiera de los reactivos que reaccionen para formar una PAT. El PAT puede ser:



15 **[056]** En el PAT, n puede ser cualquier número entero razonable, tal como 1 (Polimetilen Tereftalato (PMT)), 2 (Polietilen Tereftalato (PET)), 3 Polipropilen Tereftalato (PPT), 4 (Polibutilen Tereftalato (PBT)), o 5 Polipentilen Tereftalato (PPentT), o similar (por ejemplo, n es 6, 7, 8, 9, 10, etc.).

20 **[057]** También se pueden agregar muchas clases diferentes de aditivos en el material fundido de PET dependiendo de la naturaleza de las propiedades deseadas en el artículo terminado. Estos aditivos pueden incluir pero no se limitan a, colorantes, antioxidantes, agentes reductores de acetaldehído, estabilizadores, tal como estabilizadores de UV y de calor, modificadores de impacto, desactivadores de catalizador de polimerización, mejoradores de resistencia a la fusión, extendedores de cadena, agentes antiestáticos, lubricantes, agentes de nucleación, solventes, rellenos, plastificantes y similar. De manera preferente, estos

25 aditivos se agregan al reactor 106, pero se pueden agregar en otras ubicaciones del presente sistema para fabricar láminas de PET 101.

[058] El polímero de PET recuperado en forma de una masa fundida de PET se puede alimentar a través de la tubería 108 a una bomba maestra 110 donde se bombea un filtro 114 a través de la tubería 112. En esta forma de realización, la bomba maestra 110 alimenta el

30 material fundido de PET a lo largo del subsistema de distribución. El material fundido de PET

se pasa a través del filtro 114 para limpiar el material fundido de PET de cualquier partícula extraña introducida a través de la corriente de alimentación o producida por la reacción. De manera preferente, el filtro 114 se utiliza para filtrar geles grandes, partículas degradadas o material extraño perjudicial para las bombas de masa fundida corriente abajo o para el producto final. Se pueden utilizar varios grados de medio o medios de filtración (pantallas mecánicas, arena, metal sinterizado, etc.). El diseño adecuado (volumen, caída de presión y tiempo de residencia) del filtro 114 es importante para mantener la presión adecuada en todo el presente sistema de recuperación de PET 101.

[059] En algunas formas de realización, el PET recuperado se obtiene directamente del reactor 106 sin pasar por la bomba 110 o el filtro 114.

[060] El material fundido de PET se puede alimentar a una bomba de descarga de proceso con bomba de distribución 118 a través de la tubería 116. En esta forma de realización particular, la bomba de descarga de proceso con bomba de distribución 118 tiene una caja de distribución con múltiples salidas. De manera preferente, la bomba de distribución 118 puede tener cualquier número de salidas para adaptarse a una aplicación deseada. Como se muestra, dos corrientes 119, 120 producen gránulos de PET 126. Este material puede venderse directamente para botellas o utilizarse en un proceso de co-extrusión para producir una película de múltiples capas. Se pueden utilizar dos líneas de corte para mantener el máximo control. Los dos cortadores están dimensionados de manera que la salida máxima del reactor 106 pueda ser manejada por estos cortadores.

[061] Adicionalmente, la bomba de descarga de proceso 118 también alimenta PET fundido en tres procesos de producción de láminas, 121, 122 y 123. Aunque solo se indican tres líneas de láminas, podrían añadirse múltiples líneas.

[062] El diseño del sistema es tal que el flujo del material fundido se minimiza de modo que la degradación y el acetaldehído no son problemas. Todos los procesos individuales tienen válvulas de control que se utilizan en la corriente de control final, además de permitir que una ramificación se cierre por completo.

[063] Cualquiera de las líneas puede incluir una válvula 125 para controlar selectivamente el flujo. Esta válvula 125 puede ser controlada por un controlador, que puede ser una computadora que incluye software almacenado en un dispositivo de memoria tangible no transitorio con instrucciones ejecutables para operar el sistema de recuperación de PET 100. Esto incluye el controlador que controla la válvula 125 así como el reactor 106, la bomba 110, y los cortadores. Como tal, varios sensores, tal como termopares, sensores de presión, sensores de flujo, sensores de viscosidad, sensores de turbidez, sensores de absorbancia, sensores de transmitancia, sensores de transparencia, sensores de translucidez, sensores de

opacidad u otros sensores, pueden distribuirse por todo el sistema 100 para obtener datos del proceso. datos. El controlador procesa los datos del proceso y proporciona datos de instrucciones operativas a los componentes del sistema 100, tal como para el control del reactor 106 y la bomba 110. En un ejemplo, el reactor 106 incluye un dispositivo de mezcla y/o un dispositivo de calentamiento, y por lo tanto el controlador controla la mezcla y el calentamiento del reactor 106. El controlador también puede controlar la válvula entre el reactor 106 y la descarga 107 del despolimerizador que recibe el despolimerizador descargado del reactor 106, tal como durante la fase de polimerización. El controlador puede devolver el despolimerizador al reactor 106 durante una etapa de despolimerización. Aunque se muestra horizontalmente, la salida del reactor 106 para la despolimerización descargada puede estar en la parte superior del reactor 106.

[064] En una forma de realización, el sistema de recuperación de PET 100 para hacer el PET recuperado es un proceso continuo que no se detiene una vez que se inicia. Una forma de controlar el flujo de masa del material fundido de PET a través del sistema 100 es ajustando el flujo de masa de las materias primas 102 y 104 (por ejemplo, y/o 103) en el reactor 106. Se puede utilizar un circuito de retroalimentación de presión para controlar la bomba de descarga de proceso, que puede funcionar como una bomba de retroalimentación de presión 118. Como se muestra en la Fig. 1, la bomba 118 al flujo de virutas de derivación 119 se puede abrir más o menos para modular el material fundido de PET que entra en cada tramo de proceso de todo el sistema 100. Las bombas 110 y 118 se controlan mediante retroalimentación continua del flujo calculado necesario para mantener la presión en cada una de las ramificaciones del sistema, tal como por ejemplo mediante el controlador. Estos valores se recopilan de las ramificaciones y se retroalimentan al controlador principal (por ejemplo, PLC) y luego se utilizan como el control de velocidad principal. Los bucles de presión dentro del sistema 100 recortan las velocidades. De esta manera, se distribuye suficiente flujo en el sistema 100. Las bombas de cada subsistema pueden entonces modular la presión hasta el valor final. Por ejemplo, cada línea puede incluir una válvula 125 y una bomba. El exceso de flujo se puede introducir en el sistema 100 para permitir que funcione una línea de corte. A medida que el flujo en el sistema 100 disminuye o aumenta, el sistema de corte reacciona para mantener el flujo y la presión en las líneas de la lámina dentro de los parámetros operativos.

[065] La Fig. 2 representa el bucle de control para las bombas 110 y 118. Las bombas de masa fundida funcionan suponiendo que se mantiene un volumen constante para cada revolución de la bomba. Cuando se utilizan bombas de fundición para fundir plásticos, la capacidad de compresión del material se convierte en un factor. Para cualquier polímero dado

a una temperatura dada y una configuración de presión de entrada/ salida, existe un rendimiento calculable para una bomba dada. Para controlar con precisión el rendimiento en las líneas de lámina en el proceso que se ha desarrollado, un sistema de control utiliza el flujo calculado de todas las bombas como parámetro de control.

5 **[066]** Como se muestra en el diagrama de la Fig. 2, una forma de realización muestra que tres líneas de láminas que corren allí en ese punto también tienen al menos una de las líneas de corte en ejecución. Los parámetros de flujo calculados (CFP) 501 se pueden calcular en cada una de las líneas de funcionamiento y retroalimentar a los controles del sistema principal 502, 503 y 504. Los controladores del sistema principal pueden entonces controlar la bomba
10 de descarga de producto principal 118 y la bomba 110 para descargar suficiente polímero fundido para mantener el lado de succión de todas las bombas en funcionamiento. La presión se puede recortar operando válvulas de presión dentro de los bucles. Este bucle de control principal se controla constantemente para compensar cualquier cambio de velocidad de línea en cualquiera de las líneas de la lámina. A medida que las líneas cambian de velocidad, se
15 dirige más o menos material al proceso de corte. Las velocidades de corte (SC) 506 son recortadas continuamente por el sistema principal para mantener una calidad de gránulo óptima a través de los cortadores.

[067] La Fig. 3 detalla los bucles individuales que se utilizan para controlar la salida de la última bomba para mantener la calidad tanto en el bucle del cortador como el bucle de la línea
20 de la lámina. La entrada en cada uno de los bucles está siendo controlada por el bucle principal, mientras que la velocidad de salida de los bucles individuales se utiliza para mantener la presión dentro de la barra especificada mediante controles de velocidad (SC) 525 y velocidades del motor (MS) 526. Las velocidades de línea de la lámina dependen de la velocidad de la línea de la lámina y del espacio y ancho del troquel. El grosor de la lámina es
25 el parámetro importante. A medida que la velocidad de la línea de la lámina aumenta o disminuye, la velocidad de la última bomba debe rastrear los cambios para mantener la precisión en el espesor.

[068] La bomba de proceso principal alimenta material al sistema en base a los valores de flujo calculados proporcionados por el controlador. Los valores dentro del sistema ayudan a
30 dirigir el flujo apropiado a cada una de las ramificaciones. El flujo de la bomba principal se dirige a la bomba de línea de lámina primaria 507. La velocidad de esta bomba está controlada por el circuito de retroalimentación compuesto principalmente por la presión de entrada 508 a la bomba de salida 509. Para controlar eficazmente los flujos y la presión, el sistema incluye además numerosos controladores e indicadores de flujo (FCI) 527,
35 indicadores de flujo (FI) 528, indicadores de presión (PI) 529, indicadores y controladores de

presión (PIC) 531, indicadores de velocidad (SI) 530 y controladores de velocidad (SC) 525. La presión de succión de entrada de la bomba de salida se mantiene a una presión constante. Si se cambia la velocidad de la línea de la lámina, entonces el circuito está diseñado para retroalimentar a las tres bombas, bombas principal, primaria y de salida. Si la línea de la lámina se desacelera sustancialmente, entonces el material se puede desviar a la línea de corte para evitar una inundación masiva de la línea de la lámina. Del mismo modo, si la línea de la lámina se acelera, entonces el material del cortador se puede desviar de nuevo a la línea de la lámina. El uso de esta corriente de control de orden superior permite que el sistema mantenga una presión constante y una tolerancia de espesor de al menos del 1%. De manera preferente, las bombas múltiples proporcionan un control de espesor altamente dependiente con una presión constante en las unidades 121, 122 y 123 de formación de troqueles. La primera bomba modulará cualquier gran oscilación de presión. La segunda bomba y cada bomba en curso reducirán aún más cualquier modulación a menos de ± 1 bar después de la bomba final. Esto permite que las líneas de formación (salidas) permanezcan independientes para puedan desacelerar, iniciar, detener o aumentar la velocidad independientemente de las otras unidades de formación de troqueles. Los bucles de control de presión con el flujo de virutas de derivación 119 proporcionarán esta función.

[069] El bucle de corte depende de la velocidad de flujo. La línea de corte puede adaptarse tanto a un rendimiento mínimo como a un rendimiento máximo. Hay dos líneas de corte disponibles, por lo que cuando una línea se acerca a la velocidad de flujo máximo, la segunda línea se puede poner en línea. El flujo y la velocidad están controlados, por lo que los cortadores mantienen una dimensión uniforme del gránulo. El material de la bomba de proceso principal se bombea al colector; las válvulas colocadas apropiadamente permiten que el flujo se desvíe a la bomba cortadora primaria (P) 510. En una forma de realización, el presente sistema para fabricar productos de PET (por ejemplo, láminas de PET 101) produce un producto de PET en un modo continuo a partir de las materias primas 102, 104 directamente desde la fase de fusión del reactor 106 a una boquilla extrusora sin pasar por un tratamiento con nitrógeno, un extrusor y otras etapas y laminada o no en la dirección longitudinal. En otra forma de realización, el presente sistema 100 hace fluir el material fundido de PET directamente desde el reactor 106 y un troquel de extrusión sobre troqueles giratorios para la fabricación de material de envasado y otros artículos.

[070] En una forma de realización, las unidades de formación de troqueles 121, 122 y 123, como se muestra en la Fig. 1, son un sistema de cuchillas de aire o pilas de tres rodillos. De manera más preferente, las unidades de formación de troqueles son un sistema de pila horizontal de tres rodillos. Normalmente, corriente abajo de la pila de rodillos hay sistemas

auxiliares como revestidores, tratadores, dispositivos de corte, etc., que se alimentan en una bobinadora. Estas unidades se especifican adecuadamente para el tramo individual del sistema y para la capacidad total del reactor 106.

[071] En otra forma de realización, otro tipo de unidad sería un troquel giratoria de bajo estiramiento que forma partes tales como tapas de botellas o tapas directamente en la troquel giratoria de la lámina formada. En una forma de realización, hay una bomba 110 que alimenta los sistemas 119 a 123. De manera preferente, al final de cada brazo antes de la troquel y la lámina o troquel giratorio, hay una o dos bombas individuales 507 y 509, respectivamente. De manera preferente, la bomba 118 mantiene la presión en el sistema. Esta bomba 118 está controlada por el controlador principal (PLC) que utiliza información de flujo continuo de las bombas de derivación del sistema. Si la presión cae, la bomba 118 aumentará la presión. Si la presión aumenta, entonces la bomba 118 se desacelerará o el material fundido de PET se cambia a la corriente de virutas de derivación 119. De manera preferente, si alguno de los sistemas va a tener un rendimiento menor durante un período de tiempo prolongado, tal como para varias horas, luego se enviará una señal de valor del sistema de flujo a la bomba principal 110 y al reactor 106 para desacelerar la alimentación y compensar el menor rendimiento. Cuando las bombas 507 y 509 incluyen dos bombas en serie, la primera bomba de los conjuntos de bombas múltiples se usa para modular la presión en el sistema total. En esta disposición, la primera bomba de la serie de bombas que comprende las bombas 507 y 509 mantiene una altura de presión constante en la segunda bomba de la serie de bombas. De manera preferente, las bombas múltiples proporcionan un control de espesor altamente dependiente con una presión constante en las unidades de formación de troqueles 119 a 123. La primera bomba modulará cualquier gran oscilación de presión. La segunda bomba y cada una de las bombas en curso reducirán aún más cualquier modulación a menos de ± 1 bar dejando la bomba final y entrando en la troquel de formación. Esto permite que las líneas de formación (salidas) permanezcan independientes para que puedan desacelerar, iniciar, detener o aumentar la velocidad independientemente de las otras unidades de formación de troqueles. Los bucles de control de presión con el flujo de virutas de derivación 119 proporcionarán esta función. En una forma de realización, las bombas son bombas volumétricas como se describe en la presente.

[072] El controlador controla el reactor continuo 106 cuyo tiempo de respuesta es típicamente mayor en magnitud que el de los extremos de salida de las unidades de formación de troqueles 119 a 123 para controlar el espesor del producto final o lámina. En una forma de realización, esto se logra mientras cada ramificación de salida permanece independiente de las otras ramificaciones de salida. En una forma de realización, el bucle de control proporciona

alteraciones repentinas del proceso, tal como el inicio o la parada de uno de los tramos de salida. En esta forma de realización, un flujo 119 de virutas de derivación permite que la producción de virutas aumente o disminuya en función de cualquier alteración del proceso. La alteración puede ser una alteración planificada, tal como detener una línea para mantenimiento, etc., o una alteración no planificada, tal como un mal funcionamiento del equipo.

[073] Además de lo anterior, el bucle de control compensa de manera preferente el aumento o la disminución de la velocidad de una ramificación mientras continúa el sistema general para fabricar láminas de PET 101 en un estado estable. La bomba 118 y las válvulas asociadas (no mostradas) reaccionarán desviándose hacia o desde la corriente de virutas de derivación 124. Esto puede provocar un breve pico o cambio de presión al que reaccionarán las bombas 507 y 509 al final de cada rama del sistema. En esta forma de realización, las bombas individuales que comprenden las bombas 507, 510 experimentarán el pico de presión y reaccionarán a él, mientras que la segunda bomba de la serie 509, 511 experimentará la modulación de la magnitud de perturbación que será lo suficientemente baja como para ser modulado en el orden de magnitud de menos de un segundo. En otra forma de realización, la configuración de cada línea es diferente, por lo que se aplicarán esquemas individuales a ese sistema.

[074] Como se ha mostrado, el producto resultante o lámina de PET se determina mediante las unidades de formación de troqueles 121 a 123. Este presente sistema para fabricar láminas de PET 101 controla las unidades de conformación de troqueles 121 a 123 con tal precisión (así como un sistema de extrusión) que los objetos producidos por este sistema están limitados únicamente por la creatividad del fabricante. De manera similar, el número de unidades formadoras de troqueles se puede variar desde los tres representados hasta cualquier número que no exceda la capacidad del reactor 106.

[075] En una forma de realización, el presente sistema de recuperación de PET 100 controla la presión desde un reactor continuo 106 a múltiples canales de flujo. Cada canal está vinculado a una sección de formación que produce diferentes objetos. Cada canal de flujo actúa como un extrusor individual sin un extrusor. En otra forma de realización, se puede utilizar una sola bomba si la dinámica de la bomba se tiene en cuenta en el algoritmo de control del proceso.

[076] En una forma de realización, el presente sistema de recuperación de PET 100 impacta favorablemente las propiedades mecánicas y ópticas de la lámina de PET que se fabrica y permitirá que la lámina de PET se fabrique con un calibre más bajo cuando se fabrique para envasado u otras aplicaciones, tal como láminas, flejes y/o elementos arquitectónicos.

[077] El presente sistema de recuperación de PET 100 produce objetos y artículos de PET

que tienen calidad de corte y el proceso de fabricación será de alta calidad, de modo que se pueda mezclar en altos porcentajes con PET virgen fundidos sin afectar negativamente la calidad de la lámina final y la necesidad de incrementar el calibrador.

[078] Además de los aspectos y formas de realización antes mencionados del presente sistema de recuperación de PET 100, la presente invención incluye además métodos para fabricar este polímero de PET recuperado y sus productos (por ejemplo, láminas 101 o gránulos 126).

[079] En una forma de realización, se proporciona un método para recuperar resina fuera de especificación y escamas de poliéster reciclado. El método puede incluir: añadir resina fuera de especificación y/o escamas de poliéster reciclado directamente en un sistema de reactor continuo; despolimerizar las escamas de poliéster recicladas y/o la resina de poliéster fuera de especificación en esta corriente de reactor continua para producir un producto despolimerizado; repolimerizar el producto despolimerizado de la despolimerización con reactivos vírgenes (por ejemplo, reactivos, monómeros, catalizadores) en el sistema de reactor continuo para producir una nueva resina de poliéster recuperada que cumpla con las especificaciones de resina virgen. Es decir, la resina de poliéster recuperada es química y/o físicamente idéntica a la resina de poliéster virgen. En un aspecto, la reacción se presenta entre 200°C y alrededor de 330°C. En un aspecto, se selecciona un primer precursor de PET del grupo que consiste en PTA, Dimetil Tereftalato (DMT), e IPA. En un aspecto, se selecciona un segundo precursor de PET del grupo que consiste en MEG, DEG, y PETG. En un aspecto, el porcentaje en peso de escamas añadidas y resina fuera de especificación a la primera combinación de precursor de PET y segunda combinación de precursor de PET está entre 1 y 50% del peso total del reactor de componentes en el reactor. Sin embargo, el PET recuperado puede incluir 1-50% de PET reciclado y 50%-99% de precursores vírgenes, o incluir 1-60% de PET reciclado y 40%-99% de precursores vírgenes, o incluir 1-70% de PET reciclado y 30%-99% precursores vírgenes, o incluir 1-80% de PET reciclado y 20%-99% precursores vírgenes, o incluir 1-90% de PET reciclado y 10%-99% precursores vírgenes, o incluir 1-99% de PET reciclado y 1%-99% de precursores vírgenes, o cualquier intervalo entre los mismos. En un aspecto, el PET recuperado puede incluir 1-40% de PET reciclado y 60%-99% de precursores vírgenes, o incluir 1-30% de PET reciclado y 70%-99% de precursores vírgenes, o incluir 1-20% de PET reciclado y 80%-99% precursores vírgenes, o incluir 1-10% de PET reciclado y 90%-99% precursores vírgenes, o incluir 1-5% de PET reciclado y 95%-99% precursores vírgenes, o incluir 1-2% de PET reciclado y 98%-99% de precursores vírgenes, o cualquier intervalo entre los mismos. El método puede obtener resina de poliéster recuperada (por ejemplo, PAT, tal como PET), que se puede proporcionar como polímero fundido, tal como

PET fundido. Aunque el material fundido de PET se describe en la presente, se debe reconocer que se puede utilizar cualquier PAT en lugar del PET como se describe en la presente.

5 **[080]** En una forma de realización, el método puede incluir proporcionar esta material fundido de PAT de una de múltiples salidas para formar: una corriente de virutas para formar gránulos; una lámina de poliéster; o un producto de poliéster, como un producto PAT.

[081] En una forma de realización, el método puede incluir controlar individualmente el flujo del material fundido de PAT, que puede incluir controlar la presión del material fundido de PAT con bucles de control de presión antes de formar cualquier objeto de PAT.

10 **[082]** El método puede incluir controlar una bomba de salida, la bomba de salida controla directamente el flujo en el sistema.

[083] En una forma de realización, se agregan al reactor gránulos o polvo de resina de poliéster fuera de especificación, no secos, y se recuperan en una nueva resina de poliéster.

15 **[084]** En una forma de realización, se agregan al reactor escamas post-industriales y escamas post-consumo limpias y lavadas y se recuperan en nueva resina de poliéster.

[085] En una forma de realización, el resultado preferido del proceso de recuperación de poliéster son nuevos gránulos, láminas u otros productos de resina de poliéster.

20 **[086]** La Fig. 4 ilustra un método para recuperar poliéster. El método puede incluir: proporcionar una alimentación de poliéster 420 reciclado; proporcionar una alimentación de precursores de poliéster 422; despolimerizar el poliéster 420 reciclado para obtener monómeros 421 de poliéster despolimerizados; polimerizar los monómeros 421 de poliéster despolimerizado con los precursores de poliéster 422 para formar un poliéster recuperado 423; y proporcionar el poliéster recuperado 423 como salida 402. En un aspecto, la alimentación de poliéster reciclado 420 se despolimeriza en un recipiente de reacción de despolimerización 424, y/o la alimentación de poliéster reciclado 420 se despolimerizará de un
25 recipiente de reacción de polimerización 410. En un aspecto, el recipiente de reacción de despolimerización 424 y/o el recipiente de reacción de polimerización 410 reciben uno o más de: agua 428; metanol 430; ácido o base 432; o etilenglicol 434. En un aspecto, el agua 428 despolimerizará el poliéster reciclado 420 para producir ácido tereftálico y etilenglicol; el
30 metanol 430 despolimeriza el poliéster 420 reciclado para producir dimetil tereftalato y etilenglicol; el ácido o base 432 está en forma acuosa y despolimeriza el poliéster reciclado 420 para producir ácido tereftálico y etilenglicol; o el etilenglicol 434 despolimeriza el poliéster reciclado 420 para producir bis-hidroxietil tereftalato (BHET). En un aspecto, la alimentación de poliéster 420 incluye partículas de poliéster u otra forma de poliéster en un formato fluido.
35 En un aspecto, la alimentación de poliéster 420 incluye PAT. En un aspecto, la alimentación

de poliéster 420 incluye PET.

[087] En una forma de realización, el recipiente de reacción de despolimerización 424 y/o el recipiente de reacción de polimerización 410 es cualquier recipiente de reacción continuo o discontinuo, que puede configurarse como un mezclador capaz de mezclar poliéster líquido en
5 formatos discontinuos o continuos, como un mezclador de un tornillo, mezclador de dos tornillos, amasador continuo, mezclador de tornillo alternativo, extrusor de tornillo doble, mezclador de arado continuo, o similar. En un aspecto, el recipiente de reacción de despolimerización 424 y el recipiente de reacción de polimerización 410 son un recipiente de reactor continuo único. En un aspecto, el recipiente de reacción de despolimerización 424 y el
10 recipiente de reacción de polimerización 410 son dos etapas de un proceso continuo. En un aspecto, el recipiente de reacción de despolimerización 424 y/o el recipiente de reacción de polimerización 410 también llevan a cabo una o más de: desgasificación, homogeneización, dispersión o calentamiento.

[088] En una forma de realización, el método incluye proporcionar la salida 402 del poliéster recuperado 423 a un sistema de salida 436. En un aspecto, el sistema de salida 436 proporciona el poliéster recuperado 423 al almacenamiento 438, un sistema de formación de producto de poliéster 439, o un sistema analítico 440. En un aspecto, el sistema analítico 440 incluye uno o más sistemas analíticos capaces de: determinar la viscosidad intrínseca del poliéster recuperado 423; determinar la velocidad de flujo del poliéster recuperado 423;
20 determinación el punto de fusión del poliéster recuperado 423; determinar la temperatura de cristalización del poliéster recuperado 423; determinar un perfil de calorimetría de exploración diferencial de poliéster recuperado 423; o determinar la temperatura de distorsión o por calor del poliéster recuperado 423. En un aspecto, el sistema de formación de producto de poliéster 439 está configurado para: formar un producto 403 a partir de únicamente del poliéster recuperado 423; o combinar el poliéster recuperado 423 con una segunda alimentación de poliéster 441 (segunda alimentación de PAT) para producir un producto 403 de una aleación de poliéster.
25

[089] En un aspecto, la alimentación de poliéster reciclado 420 carece de otro polímero; y/o los precursores de poliéster 422 carecen de otro polímero o precursor del polímero. En un
30 aspecto, la alimentación de poliéster reciclado 420 consiste esencialmente (o consiste en) PAT; y/o los precursores de poliéster 422 consisten esencialmente (o consisten en) precursores de PAT. En un aspecto, la alimentación de poliéster reciclado 420 consiste esencialmente (o consiste en) PET; y/o los precursores de poliéster 422 consisten esencialmente (o consisten en) precursores de PET. En un aspecto, el poliéster reciclado 420
35 incluye escamas de PET reciclado o resina fuera de especificación. En un aspecto, la

alimentación de poliéster reciclado 420 incluye agua en una cantidad inferior al 5%, inferior al 1%, inferior al 0.1%, en una cantidad mínima de agua o que carece de agua. En algunos aspectos, las escamas de PET reciclado o la resina de PET fuera de especificación consisten esencialmente en (o consisten en o incluyen) 0-100% de PET. En algunos aspectos, las

5 escamas de PET reciclado o la resina de PET fuera de especificación consisten esencialmente en (o consisten en o incluyen) 0-10%, 0-20%, 0-30%, 0-40%, 0-50%, 0-60%, 0-70%, 0-80%, 0-90%, o 0-100% de PET. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado 420 consiste esencialmente en (o consisten en o incluye) 0-100% de PET. En algunos aspectos, la alimentación de poliéster reciclado 420 consiste esencialmente en (o

10 consiste en o incluye) 0-10%, 0-20%, 0-30%, 0-40%, 0-50%, 0-60%, 0-70%, 0-80%, 0-90%, o 0-100% de PET.

[090] En una forma de realización, el método incluye: despolimerizar el poliéster reciclado 420 antes de mezclarlo con los precursores de poliéster 422; o despolimerizar el poliéster reciclado 420 durante o después de mezclar con los precursores de poliéster 422. En una

15 forma de realización, el método incluye polimerizar los monómeros de poliéster despolimerizados 421 con los precursores de poliéster 422 para formar un poliéster recuperado 423 a partir de reactivos polimerizables que polimerizan para formar PET. En un aspecto, el recipiente de reacción de polimerización 410 recibe los precursores de poliéster 422 del almacenamiento de precursores 426, almacenándose cada precursor por separado o

20 en cualquier combinación que no reaccione.

[091] En una forma de realización, los precursores de poliéster 422 incluyen primeros precursores que reaccionan con segundos precursores para formar poliéster. En un aspecto, los precursores de poliéster 422 comprenden precursores de PET que incluyen: (1) un primer precursor de PET que incluye un PTA y/o DMT; y (2) un segundo precursor de PET que

25 incluye un MEG y/o DEG. En un aspecto, los precursores de poliéster 422 incluyen CHDM y el producto es poliéster glicolizado. En un aspecto, los precursores de poliéster 422 incluyen IPA.

[092] En una forma de realización, el primer precursor se proporciona por separado del segundo precursor. En un aspecto, el primer precursor se mezcla con el segundo precursor en condiciones de no polimerización. En un aspecto, el primer precursor se mezcla con el

30 segundo precursor para formar una mezcla precursora, y el poliéster reciclado 420 se mezcla con la mezcla precursora. En un aspecto, el primer precursor se mezcla con el segundo precursor para formar una mezcla precursora, y el poliéster reciclado 420 y/o los monómeros de poliéster despolimerizados 421 se mezclan en la mezcla precursora. En un aspecto, el primer precursor se mezcla con el segundo precursor para formar una mezcla precursora, y

35 los monómeros de poliéster despolimerizados 421 se mezclan en la mezcla precursora.

[093] En una forma de realización, el método incluye: mezclar el primer precursor con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores; y mezclar el poliéster reciclado 420 en la mezcla precursora para formar una mezcla de despolimerización; y llevar a cabo la despolimerización con la mezcla de despolimerización.

5 **[094]** En una forma de realización, el método incluye: mezclar el primer precursor con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores; y mezclar los monómeros de poliéster despolimerizados 421 en la mezcla precursora para formar una mezcla de polimerización; y llevar a cabo la polimerización con la mezcla de polimerización.

10 **[095]** En una forma de realización, el método incluye: llevar a cabo la despolimerización con el poliéster reciclado 420 antes de mezclarlo con el primer precursor y el segundo precursor.

[096] En una forma de realización, el método incluye: llevar a cabo una primera despolimerización; llevar a cabo una primera polimerización; llevar a cabo una segunda despolimerización; llevar a cabo una segunda polimerización; repetir un ciclo de despolimerización-polimerización durante n ciclos, en donde n es un número entero. En un
15 aspecto, la despolimerización se lleva a cabo en una temperatura más baja que la polimerización, en donde la polimerización se lleva a cabo una temperatura en la que un agente de despolimerización se vaporiza a partir de la composición de polimerización.

[097] En una forma de realización, el método incluye: introducir el poliéster reciclado 420 en una corriente de reactor continuo (por ejemplo, 410); despolimerizar el poliéster reciclado 420
20 en la corriente del reactor continua; polimerizar los monómeros de poliéster despolimerizados 420 con los precursores de poliéster 422 en la corriente del reactor continua.

[098] En una forma de realización, la polimerización se produce entre 200°C y alrededor de 330°C.

25 **[099]** En una forma de realización, los precursores de poliéster 422 comprenden precursores que incluyen: (1) un primer precursor que incluye una PTA y/o DMT y/o IPA; y (2) un segundo precursor de PET que incluye un MEG y/o DEG y/o PETG.

[0100] En una forma de realización, el poliéster reciclado tiene un porcentaje en peso de entre 1 y 50% de peso total de la composición de polimerización del poliéster recuperado 423.

30 **[0101]** En una forma de realización, el método incluye además sacar el poliéster recuperado 423 como: una corriente de virutas para formar gránulos; y/o una lámina de poliéster.

[0102] En una forma de realización, el método incluye controlar al menos un flujo de masa de salida 402 controlando la presión de una masa fundida de poliéster recuperado 423 con bucles de control de presión antes de la formación de un producto. En un aspecto, el control se lleva a cabo en un sistema de flujo de troquel que incluye el uso de una bomba de salida,
35 controlando directamente la bomba de salida el flujo en el sistema de flujo de troquel.

[0103] En una forma de realización, el poliéster reciclado incluye gránulos y/o polvos de resina de poliéster no secos, fuera de especificación. En un aspecto, el poliéster reciclado incluye escamas post-industriales, escamas post-consumo limpias y/o lavadas.

[0104] La Fig. 4 también muestra un sistema 400 para recuperar poliéster que incluye: una alimentación de poliéster reciclado 420; una alimentación de precursores de poliéster 422; un reactor configurado para: despolimerizar el poliéster reciclado 420 para obtener monómeros de poliéster despolimerizados 421; y/o polimerizar los monómeros de poliéster despolimerizados 421 con los precursores de poliéster 422 para formar un poliéster recuperado 423; y una salida 402 de poliéster recuperado 423. En un aspecto, el reactor es: un recipiente de reacción de despolimerización que tiene la alimentación de poliéster reciclado 420; y/o recipiente de reacción de polimerización 410 que tiene la alimentación de poliéster reciclado 420. En un aspecto, el recipiente de reacción de despolimerización 424 y/o el recipiente de reacción de polimerización 410 están acoplados operativamente a un suministro de uno o más de: agua 428; metanol 430; ácido o base 432; o etilenglicol 434. En un aspecto, la alimentación de poliéster 420 incluye partículas de poliéster u otras formas de poliéster en un formato fluido. En un aspecto, la alimentación de poliéster 420 incluye PAT. En un aspecto, la alimentación de poliéster 420 incluye PET. En una forma de realización, el reactor, tal como el recipiente de reacción de despolimerización 424 y/o el recipiente de reacción de polimerización 410, es cualquier recipiente de reacción continuo o discontinuo, que puede configurarse como un mezclador capaz de mezclar poliéster líquido en formatos discontinuos o continuos tal como un mezclador de un tornillo, un mezclador de dos tornillos, un amasador continuo, un mezclador de tornillo alternativo, un extrusor de dos tornillos, un mezclador de arado continuo, o similar. En un aspecto, el reactor está configurado para llevar a cabo una o más de: desgasificación, homogeneización, dispersión o calentamiento.

[0105] En una forma de realización, el sistema 400 incluye un sistema de salida 436. En un aspecto, el sistema de salida 436 está configurada para proporcionar el poliéster recuperado 423 al almacenamiento 438 o un sistema de formación de producto de poliéster 439 o un sistema analítico 440, siendo acoplado operativamente con el mismo. En un aspecto, el sistema de formación de producto de poliéster 439 está configurado para: formar un producto 403 a partir de solo el poliéster recuperado 423; o cambiar el poliéster recuperado 423 con una segunda alimentación de poliéster 441 (segunda alimentación de PAT) para producir un producto 403 de una aleación de poliéster.

[0106] En una forma de realización, el sistema 400 puede incluir un controlador que tiene un dispositivo de memoria tangible no transitorio que tiene instrucciones ejecutables por computadora para controlar el sistema para llevar a cabo el método de al menos una de las

formas de realización descritas en la presente. El controlador puede ser una computadora, tal como un sistema informático 600 como se muestra en la Fig. 6. El controlador puede configurarse para controlar: despolimerizar el poliéster reciclado 420 antes de mezclarlo con los precursores de poliéster 422; y/o despolimerizar el poliéster reciclado 420 durante o después de la mezcla con los precursores de poliéster 422. En un aspecto, el controlador está configurado para controlar la polimerización de los monómeros de poliéster despolimerizados 421 con los precursores de poliéster 422 para formar un poliéster recuperado 423 a partir de reactivos polimerizables que polimerizan para formar PET. En un aspecto, el controlador está configurado para controlar el recipiente de reacción de polimerización 410 para recibir los precursores de poliéster 422 de un almacenamiento de precursores 426, almacenándose cada precursor por separado o en cualquier combinación que no reaccione. En un aspecto, el controlador está configurado para controlar: mezclar el primer precursor con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores; y mezclar el poliéster reciclado 420 en la mezcla de precursores para formar una mezcla de despolimerización; y llevar a cabo la despolimerización con la mezcla de despolimerización. En un aspecto, el controlador está configurado para controlar: mezclar el primer precursor con el segundo precursor para formar una mezcla de precursores; y mezclar los monómeros de poliéster despolimerizados 421 en la mezcla precursora para formar una mezcla de polimerización; y llevar a cabo la polimerización con la mezcla de polimerización. En un aspecto, el controlador está configurado para: llevar a cabo la despolimerización con el poliéster reciclado 420 antes de mezclarlo con el primer precursor y el segundo precursor.

[0107] Para los métodos numerados y otros procesos y métodos descritos en la presente, las operaciones llevadas a cabo en los procesos y métodos pueden implementarse en diferentes órdenes. Además, las operaciones descritas solo se proporcionan como ejemplos, y algunas operaciones pueden ser opcionales, combinadas en menos operaciones, eliminadas, o complementada con operaciones adicionales o expandidas a operaciones adicionales sin restar valor a la esencia de las formas de realización descritas.

[0108] La presente descripción no debe limitarse en términos de las formas de realización particulares descritas en la presente, que pretenden ser ilustraciones de varios aspectos. Se pueden llevar a cabo muchas modificaciones y variaciones sin apartarse de su espíritu y alcance. Los métodos y aparatos funcionalmente equivalentes dentro del alcance de la descripción, además de los numerados en la presente, son posibles a partir de las descripciones anteriores. Se pretende que estas modificaciones y variaciones caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. La presente descripción debe estar limitada únicamente por los términos de las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de

los equivalentes a los que tienen derecho estas reivindicaciones. La terminología utilizada en este punto tiene el propósito de describir formas de realización particulares solamente y no pretende ser limitante.

[0109] En una forma de realización, los presentes métodos pueden incluir aspectos llevados a cabo en un sistema informático, como el procesamiento y control con el controlador. Como tal, el sistema informático puede incluir un dispositivo de memoria que tenga las instrucciones ejecutables por computadora para llevar a cabo los métodos. Las instrucciones ejecutables por computadora pueden ser parte de un producto de programa informático que incluye uno o más algoritmos para llevar a cabo cualquiera de los métodos de cualquiera de las reivindicaciones.

[0110] En una forma de realización, cualquiera de las operaciones, procesos o métodos descritos en la presente se puede llevar a cabo o hacer que se lleven a cabo en respuesta a la ejecución de instrucciones legibles por computadora almacenadas en un medio legible por computadora y ejecutables por uno o más procesadores. Las instrucciones legibles por computadora pueden ser ejecutadas por un procesador de una amplia gama de sistemas informáticos desde sistemas informáticos de escritorio, sistemas informáticos portátiles, sistemas informáticos de tableta, sistemas informáticos portátiles, elementos de red y/o cualquier otro dispositivo informático. El medio legible por computadora no es transitorio. El medio legible por computadora es un medio físico que tiene las instrucciones legibles por computadora almacenadas en el mismo para que la computadora/procesador pueda leer físicamente desde el medio físico.

[0111] Hay varios vehículos mediante los cuales los procesos y/o sistemas y/u otras tecnologías descritas en la presente pueden llevarse a cabo (por ejemplo, hardware, software y/o firmware), y el vehículo preferido puede variar con el contexto en el que se llevan a cabo los procesos, se implementan sistemas y/u otras tecnologías. Por ejemplo, si un implementador determina que la velocidad y la precisión son primordiales, el implementador puede optar por un vehículo principalmente de hardware y/o firmware; si la flexibilidad es primordial, el implementador puede optar por una implementación principalmente de software; o, una vez más, alternativamente, el implementador puede optar por alguna combinación de hardware, software y/o firmware.

[0112] Las diversas operaciones descritas en la presente se pueden implementar, individual y/o colectivamente, mediante una amplia gama de hardware, software, firmware o prácticamente cualquier combinación de los mismos. En una forma de realización, varias partes del tema descrito en la presente pueden implementarse mediante circuitos integrados específicos de aplicación (ASICs), troqueles de puertas programables en campo (FPGAs),

procesadores de señales digitales (DSPs) u otros formatos integrados. Sin embargo, algunos aspectos de las formas de realización descritas en la presente, en su totalidad o en parte, se pueden implementar de manera equivalente en circuitos integrados, como uno o más programas informáticos que se ejecutan en una o más computadoras (por ejemplo, como uno
5 o más programas que se ejecutan en una o más sistemas informáticos), como uno o más programas que se ejecutan en uno o más procesadores (por ejemplo, como uno o más programas que se ejecutan en uno o más microprocesadores), como firmware, o como prácticamente cualquier combinación de los mismos, y que diseña los circuitos, escribe el código para software y/o escribe el código para firmware son posibles a la vista de esta
10 descripción. Además, los mecanismos del contenido descrito en la presente pueden distribuirse como un producto de programa en una variedad de formas, y una forma de realización ilustrativa del contenido descrito en la presente se aplica independientemente del tipo particular de medio portador de señales utilizado para realmente llevar a cabo la distribución. Los ejemplos de un medio portador de señales físico incluyen, entre otros, los
15 siguientes: un medio de tipo grabable como un disquete, una unidad de disco duro (HDD), un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD), una cinta digital, una memoria de computadora o cualquier otro medio físico que no sea transitorio o transmisor. Los ejemplos de medios físicos que tienen instrucciones legibles por computadora omiten los medios transitorios o del tipo de transmisión, como un medio de comunicación digital y/o analógico
20 (por ejemplo, un cable de fibra óptica, una guía de ondas, un enlace de comunicación por cable, un enlace de comunicación inalámbrico, etc.).

[0113] Es común describir dispositivos y/o procesos de la manera que se establece en la presente, y luego utilizar prácticas de ingeniería para integrar estos dispositivos y/o procesos descritos en los sistemas de procesamiento de datos. Es decir, al menos una parte de los
25 dispositivos y/o procesos descritos en la presente se pueden integrar en un sistema de procesamiento de datos mediante una cantidad razonable de experimentación. Un sistema de procesamiento de datos típico incluye en general una o más unidades del sistema que albergan, un dispositivo de visualización de video, una memoria tal como memoria volátil y no volátil, procesadores tales como microprocesadores y procesadores de señales digitales,
30 entidades informáticas tales como sistemas operativos, controladores, interfaces gráficas de usuario, programas de aplicaciones, uno o más dispositivos de interacción, como un panel táctil o una pantalla, y/o sistemas de control, incluidos lazos de retroalimentación y motores de control (por ejemplo, retroalimentación para detectar la posición y/o velocidad; motores de control para movimiento y/o ajuste de componentes y/o cantidades). Puede implementarse un
35 sistema de procesamiento de datos típico utilizando cualquier componente adecuado

disponible comercialmente, como los que se encuentran en general en los sistemas de comunicación/informáticos de datos y/o sistemas de comunicación/informáticos en red.

[0114] El contenido descrito en la presente a veces ilustra diferentes componentes contenidos dentro, o conectados con, u otros componentes diferentes. Estas arquitecturas representadas son meramente ejemplares y, de hecho, se pueden implementar muchas otras arquitecturas que logren la misma funcionalidad. En un sentido conceptual, cualquier disposición de componentes para lograr la misma funcionalidad está de manera eficaz a “asociada” de manera que se logre la funcionalidad deseada. Por lo tanto, cualquiera de dos componentes combinados en la presente para lograr una funcionalidad particular pueden verse como “asociados” entre sí de manera que se logre la funcionalidad deseada, independientemente de las arquitecturas o componentes intermedios. Asimismo, cualquiera de los dos componentes así asociados también puede verse como “operativamente conectados”, o “operativamente acoplados”, entre sí para lograr la funcionalidad deseada, y cualquiera de dos componentes que puedan estar asociados de esta manera también pueden verse como “operablemente acoplados”, entre sí para lograr la funcionalidad deseada. Los ejemplos específicos de acoplables operativamente incluyen, pero no se limitan a: componentes físicamente acoplables y/o que interactúan físicamente, componentes que interactúan de forma inalámbrica y/o que interactúan de forma inalámbrica, y/o componentes que interactúan lógicamente y/o interactúan lógicamente.

[0115] La Fig. 6 muestra un dispositivo informático 600 ejemplar (por ejemplo, un computadora utilizada como controlador) que puede disponerse en algunas formas de realización para llevar a cabo los métodos (o partes de los mismos) descritos en la presente, como puede ser el controlador. En una configuración muy básica 602, el dispositivo informático 600 incluye en general uno o más procesadores 604 y una memoria del sistema 606. Puede utilizarse un bus de memoria 608 para comunicarse entre el procesador 604 y la memoria del sistema 606.

[0116] Dependiendo de la configuración deseada, el procesador 604 puede ser de cualquier tipo que incluye, pero no se limita a: un microprocesador (μP), un microcontrolador (μC), un procesador de señales digitales (DSP), o cualquier combinación de los mismos. El procesador 604 puede incluir uno o más niveles de almacenamiento en caché, como una caché de nivel uno 610, una caché de nivel dos 612, un núcleo de procesador 614 y registros 616. Un núcleo de procesador ejemplar 614 puede incluir una unidad aritmética lógica (ALU), un unidad de punto flotante (FPU), un núcleo de procesamiento de señales digitales (DSP Core), o cualquier combinación de los mismos. También se puede utilizar un controlador de memoria 618 ejemplar con el procesador 604, o en algunas implementaciones, el controlador de memoria

618 puede ser una parte interna del procesador 604.

[0117] Dependiendo de la configuración deseada, la memoria del sistema 606 puede ser de cualquier tipo, incluido, pero no limitado a: memoria volátil (como RAM), memoria no volátil (como ROM, memoria flash, etc.), o cualquier combinación de los mismos. La memoria del sistema 606 puede incluir un sistema operativo 620, una o más aplicaciones 622 y datos de programa 624. La aplicación 622 puede incluir una aplicación de determinación 626 que está dispuesta para llevar a cabo las operaciones descritas en la presente, incluidas las descritas con respecto a los métodos descritos en la presente. La aplicación de determinación 626 puede obtener datos, tales como presión, velocidad de flujo y/o temperatura, y luego determinar un cambio en el sistema para cambiar la presión, velocidad de flujo caudal y/o temperatura.

[0118] El dispositivo informático 600 puede tener características o funciones adicionales o interfaces adicionales para facilitar las comunicaciones entre la configuración básica 602 y cualquier dispositivo e interfaz necesarios. Por ejemplo, un controlador de bus/interfaz 630 puede utilizarse para facilitar las comunicaciones entre la configuración básica 602 y uno o más dispositivos de almacenamiento de datos 632 a través de un bus de interfaz de almacenamiento 634. Los dispositivos de almacenamiento de datos 632 pueden ser dispositivos de almacenamiento extraíbles 636, dispositivos de almacenamiento no extraíbles 638, o una combinación de los mismos. Entre los ejemplos de dispositivos de almacenamiento extraíbles y no extraíbles se incluyen: dispositivos de disco magnético como unidades de disco flexibles y unidades de disco duro (HDD), unidades de disco óptico como unidades de disco compacto (CD) o unidades de disco versátil digital (DVD), unidades sólidas de estado (SSD), y unidades de cinta, por nombrar algunas. Los medios de almacenamiento informáticos de ejemplo pueden incluir: medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles implementados en cualquier método o tecnología para el almacenamiento de información, como instrucciones legibles por computadora, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos.

[0119] La memoria del sistema 606, los dispositivos de almacenamiento extraíbles 636 y dispositivos de almacenamiento no extraíbles 638 son ejemplos de medios de almacenamiento informáticos. Los medios de almacenamiento informáticos incluyen pero no se limita a: RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnético, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para almacenar la información deseada y al que se pueda acceder mediante el dispositivo informático 600. Cualquiera de

estos medios de almacenamiento informáticos puede ser parte del dispositivo informático 600.

[0120] El dispositivo informático 600 también puede incluir un bus de interfaz 640 para facilitar la comunicación desde varios dispositivo de interfaz (por ejemplo, dispositivos de salida 642, interfaces periféricos 644, y dispositivos de comunicación 646) a la configuración básica 602 a través del controlador de bus/interfaz 630. Ejemplos de dispositivos de salida 642 incluyen una unidad de procesamiento de gráficos 648 y una unidad de procesamiento de audio 650, que pueden configurarse para comunicarse con varios dispositivos externos, como una pantalla o alta voces a través de uno o más puertos A/V 652. Las interfaces periféricas 644 ejemplares incluyen un controlador de interfaz en serie 654 o un controlador de interfaz paralelo 656, que puede configurarse para comunicarse con dispositivos externos tales como dispositivos de entrada (por ejemplo, teclado, ratón, lápiz, dispositivo de entrada de voz, dispositivo de entrada táctil, etc.) u otros dispositivos periféricos (por ejemplo, impresora, escáner, etc.) a través de uno o más puertos de I/O 658. Un ejemplo de dispositivo de comunicación 646 incluye un controlador de red 660, que puede estar dispuesto para facilitar las comunicaciones con uno o más de otros dispositivos informáticos 662 a través de un enlace de comunicación de red a través de uno o más puertos de comunicación 664.

[0121] El enlace de comunicación de red puede ser un ejemplo de medio de comunicación. Los medios de comunicación pueden estar incorporados generalmente por instrucciones legibles por computadora, estructuras de datos, módulos de programa u otros dados en una señal de datos modulada, como una onda portadora u otro mecanismo de transporte, y pueden incluir cualquier medio de suministro de información. Una “señal de datos modulada” puede ser una señal que tiene una o más de sus características establecidas o cambiadas de tal manera que codifique información en la señal. A modo de ejemplo y no de limitación, los medios de comunicación pueden incluir medios alámbricos, como una red alámbrica o conexión directa, medios inalámbricos como acústicos, radiofrecuencia (RF), microondas, infrarrojos (IR), y otros medios inalámbricos. El término medio legible por computadora, tal como se utiliza en la presente, puede incluir tanto medios de almacenamiento como medios de comunicación.

[0122] El dispositivo informático 600 se puede implementar como una parte de un dispositivo electrónico portátil (o móvil) de factor de forma pequeño tal como un teléfono celular, un asistente de datos personales (PDA), un dispositivo reproductor multimedia personal, un dispositivo de reloj de la red inalámbrico, un dispositivo de auricular personal, un dispositivo de aplicación específica, o un dispositivo híbrido que incluye cualquier de las funciones anteriores. El dispositivo informático 600 también puede implementarse como una computadora personal que incluye configuraciones tanto de computadora portátil como

computadora no portátil. El dispositivo informático 600 también puede ser cualquier tipo de dispositivo informático de red. El dispositivo informático 600 también puede ser un sistema automatizado como se describe en la presente.

5 **[0123]** En algunas formas de realización, se proporciona un poliéster recuperado 423 producido mediante un método para recuperar poliéster de acuerdo con cualquiera de las formas de realización descritas en la presente.

[0124] En algunas formas de realización, se proporciona un método para fabricar objetos de poliéster que comprende:

10 proporcionar un material fundido de poliéster, en donde el poliéster es un poliéster recuperado 423 de acuerdo con cualquiera de las formas de realización descritas en la presente;

hacer fluir el material fundido de poliéster a una válvula que tiene múltiples salidas;

15 hacer fluir el material fundido de poliéster de la válvula que tiene múltiples salidas a un sistema de formador de troquel, el sistema formador de troquel incluye una pluralidad de troqueles, y un sistema de escamas; y

formar los objetos de poliéster a partir del material fundido de poliéster.

[0125] En algunas formas de realización, el método para fabricar objetos de poliéster comprende además:

20 controlar individualmente un flujo de masa del material fundido de poliéster en cada uno de los sistemas de formación de troqueles y sistemas de virutas con una combinación de retroalimentación y sistema de control de avance en el sistema de troqueles y sistema de virutas, en el que los sistema de control de retroalimentación y alimentación directa combinados incluyen una primera bomba próxima a cada troquel de la pluralidad de troqueles y una segunda bomba ubicada corriente arriba de la válvula, la primera y la segunda bomba
25 se controlan mediante retroalimentación continua de un flujo calculado necesario para mantener la presión en cada troquel de la pluralidad de troqueles del sistema formador de troqueles y sistema de formación de virutas; o

30 controlar individualmente un flujo de masa del material fundido de poliéster en cada uno de los sistemas de formación de troqueles y el sistema de virutas con una combinación de sistema de retroalimentación y alimentación directa de control en el sistema de formación de troqueles y el sistema de virutas, en el que el sistema de formación de troqueles incluye una pluralidad de flujo, presión, e indicadores y controladores de velocidad como una bomba de línea de lámina primaria y una bomba de salida, a la bomba de salida está ubicada en un troquel del sistema de formación de troqueles, una velocidad de la bomba de lámina primaria
35 controlada por un circuito de retroalimentación que incluye una presión de entrada de la

bomba de salida, la presión de entrada está determinada por un primer indicador de una pluralidad de indicadores y controladores de flujo, presión y velocidad.

[0126] En algunas formas de realización, el método para fabricar objetos de poliéster comprende además filtrar el material fundido de poliéster antes de formar los objetos de poliéster.

[0127] En algunas formas de realización, en el método para fabricar objetos de poliéster, los objetos de poliéster son láminas o gránulos de poliéster.

[0128] En algunas formas de realización, el método para fabricar objetos de poliéster comprende además hacer fluir el material fundido de poliéster desde una de las múltiples salidas a una corriente de virutas para formar gránulos.

[0129] En algunas formas de realización del método para fabricar objetos de poliéster, los objetos de poliéster de formación comprenden además agregar al menos un extrusor lateral para producir láminas de poliéster de múltiples capas.

[0130] En algunas formas de realización del método para fabricar objetos de poliéster, el control individual del flujo de masa del material fundido de poliéster comprende controlar la presión del material fundido de poliéster con bucle de control de presión antes de formar los sujetos de poliéster.

[0131] En algunas formas de realización del método para fabricar objetos de poliéster, el control individual en el sistema de formación de troqueles incluye el uso de una bomba de salida, controlar directamente la bomba de salida de flujo en el sistema de flujo de troqueles.

[0132] En algunas formas de realización, se proporcionan objetos de poliéster fabricados mediante el objeto para fabricar objetos de poliéster en una o cualquiera de las formas de realización descritas en la presente.

[0133] EJEMPLOS

[0134] Se llevaron a cabo varios estudios bajo las formas de realización de recuperación de PET.

Ejemplo 1

Recuperación PET	
Sistema de alimentación	Alimentador giratorio
Capacidad de dosificación	400 a 2500 kg/h
Resina dosificada (MT – toneladas métricas)	10714.7
Escamas dosificadas (MT)	230.0
Reprocesamiento total (MT)	10944.6
% de reprocesado	2 a 15%

Tipo de ensayos de reprocesamiento completados	Resina: 10714.6 MT (fuera de especificación)
	Escamas recubiertas con Si: 229.9 MT

Ejemplo 2:

Reactor	S2
Recuperación PET	
Sistema de alimentación	Alimentador giratorio
Capacidad de dosificación	400 a 2500 kg/h
Resina dosificada (MT)	13000.1
Escamas dosificadas (MT)	393.8
Reprocesamiento total (MT)	13393.9
% reprocesadas	2 a 15%
Tipo de ensayos de reprocesamiento completados	Resina: 13000 MT (fuera de especificación)
	Escamas recubiertas con Si: 177.4 MT
	Material compactado: 59 MT
	Escamas recubiertas con Proslip: 6 MT
	Escamas no recubiertas (Escamas de DPET) 99 MT
	Escamas no recubiertas: 51.6 MT (sin DEPET)
	Escamas lavadas (lavado US): 16.5 MT

Las escamas no de DPET tenían modificadores de impacto que cambiaban ligeramente de color y la turbidez. (Todavía en las especificaciones)

5

Ejemplo 3:

Reactor	P1
---------	----

Recuperación PET	
Sistema de alimentación	Alimentador giratorio
Capacidad de dosificación	600 a 6000 kg/h
Resina dosificada (MT)	10321.8
Escamas dosificadas (MT)	101.1
Reprocesamiento total (MT)	10422.9
% reprocesadas	2 a 20%
Tipo de ensayos de reprocesamiento completados	Resina: 10321.8 MT
	Escamas recubiertas con Si: 101.1 MT

Valor de color, b, cambiado. Se cree que el cambio es el resultado de las condiciones de prueba utilizadas para procesar la nueva exina. El cambio sigue estando dentro de las especificaciones.

5 Ejemplo 4:

Reactor	P2
Recuperación PET	
Sistema de alimentación	Succión por vacío
Capacidad de dosificación	400 a 2000 kg/h
Resina dosificada (MT)	1802.3
Escamas dosificadas (MT)	0.00
Reprocesamiento total (MT)	1802.3
% reprocesadas	1.3 a 6.6%
Tipo de ensayos de	Resina: 1802.3 MT

reprocesamiento completados

[0135] Los resultados del proceso de recuperación de PET de los ejemplos muestran que el PET recuperado resultante es comparable con el producto extruido a partir de resina de PET virgen normal. Estos resultados son superiores a las propiedades normales de la resina reciclada. Como se muestra en la Fig. 7, basado con los resultados de estos experimentos, las láminas extruidas de la resina de PET original (DPET) muestran valores de turbidez comparables con el rendimiento de la resina de PET virgen (Virgen), pero muy por debajo de las características comunes del material de PET reciclado, tal como Escamas.

[0136] Las formas de realización descritas en la presente pueden incluir el uso de una computadora de propósito especial o de propósito general que incluye varios módulos de hardware o software informáticos.

[0137] Las formas de realización dentro del alcance de la presente invención también incluyen medios legibles por computadora para llevar o tener instrucciones o estructuras de datos ejecutables por computadora almacenadas en los mismos. estos medios legibles por computadora pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante una computadora de uso general o especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, estos medios legibles por computadora pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM y otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para transportar o almacenar los medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos ejecutables por computadora y a las que se puede acceder por una computadora de propósito general o de propósito especial. Cuando la información se transfiere o se proporciona a través de una red u otra conexión de comunicaciones (ya sea alámbrica, inalámbrica, o una combinación de alámbrica o inalámbrica) a una computadora, la computadora ve correctamente la conexión como un medio legible por computadora. De esta manera, cualquier conexión de este tipo se indica correctamente en un medio legible por computadora. Las combinaciones de los anteriores también deben incluirse dentro del alcance de los medios legibles por computadora.

[0138] Las instrucciones ejecutables por computadora comprenden, por ejemplo, instrucciones y datos que hacen que una computadora de propósito general, una computadora de propósito especial o un dispositivo de procesamiento de propósito especial lleve a cabo una determinada función o grupo de funciones. Aunque el sistema se ha descrito en un

lenguaje específico para características estructurales y/o actos metodológicos, se debe entender que el contenido definido en las reivindicaciones adjuntas no están necesariamente limitadas a las características o actos específicos descritos en lo anterior. Más bien, las características y actos específicos descritos en lo anterior se describen como formas
5 ejemplares de implementación de las reivindicaciones.

[0139] Con respecto al uso de sustancialmente cualquier término plural y/o singular en la presente, los expertos en la técnica pueden traducir el plural al singular y/o del singular al plural como sea necesario para el contexto y/o aplicación. Las diversas permutaciones de singular/plural pueden establecerse expresamente en la presente por razones de claridad.

- 10 **[0140]** Los expertos en la técnica entenderán que, en general, los términos utilizados en la presente, y especialmente en las reivindicaciones adjuntas (por ejemplo, los cuerpos de las reivindicaciones adjuntas) se entienden en general como términos “abiertos” (por ejemplo, el término “que incluye” debe interpretarse como “que incluye pero no se limita a”, el término “que tiene” se debe interpretar como “que tiene al menos”, el término “incluye” se debe
15 interpretar como “incluye pero no se limita a”, etc.). Los expertos en la técnica entenderán además que si se pretende un número específico de una cita de reivindicación introducida, está intención se citará explícitamente en la reivindicación y, en ausencia de esta cita, esta intención no está presente. Por ejemplo, como ayuda para el entendimiento, las siguientes afirmaciones adjuntas pueden contener el uso de las frases introductorias “al menos una” y
20 “una o más” para presentar las citas de las reivindicaciones. Sin embargo, el uso de estas frases no debe interpretarse en el sentido de que la introducción de una cita de reivindicación por los artículos indefinidos “un” o “uno/una” limita cualquiera reivindicación particular que contenga esta cita de reivindicación introducida a las formas de realización que contengan solo una de las declaraciones, incluso cuando la misma afirmación incluye las frases
25 introductorias “uno o más” o “al menos uno” y artículos indefinidos tal como “un” o “uno/una” (por ejemplo, “un” y/o “uno/una” debe interpretarse en el sentido de “al menos uno” o “uno o más”); lo mismo es válido para el uso de artículos definidos utilizados para introducir citas de reivindicaciones. Además, incluso si se cita explícitamente un número específico de una cita de reivindicación introducida, los expertos en la técnica reconocerán que esta cita debe
30 interpretarse en el sentido de al menos el número citado (por ejemplo, la simple cita de “dos citas”, sin otros modificadores, significa al menos dos citas, o dos o más citas). Además, en estos casos, donde una convención análoga a “al menos uno de A, B, y C, etc.” se utiliza, en general, esta construcción se pretende en el sentido en que un experto en la técnica entendería la convención (por ejemplo, “un sistema que tenga al menos uno de A, B, y C”
35 incluiría, entre otros, sistemas que tienen A solo, B solo, C solo, A y B juntos, A y C juntos, B y

C juntos, y/o A, B, y C juntos, etc.). Los expertos en la técnica entenderán además que prácticamente cualquier palabra y/o frase disyuntiva que presenta dos o más términos alternativos, ya sea en la descripción, reivindicaciones o figuras, se debe entender que contempla las posibilidades de incluir uno de los términos, cualquiera de los términos, o ambos términos. Por ejemplo, se entenderá que la frase “A o B” incluye las posibilidades de “A” o “B” o “A y B”.

[0141] Además, cuando las características o aspectos de la descripción se describen en términos de grupos Markush, los expertos en la técnica reconocerán que la descripción también se describe en términos de cualquier miembro individual o subgrupo de miembros del grupo Markush.

[0142] Como entenderá un experto en la técnica, para todos y cada uno de los propósitos, tal como en términos de proporcionar una descripción escrita, todos los intervalos descritos en la presente también abarcan todos y cada uno de los posibles subintervalos o combinaciones de subintervalos de los mismos. Cualquier intervalo listado se puede reconocer fácilmente como que describe suficientemente y permite que el mismo intervalo se divida en al menos mitades, tercios, cuartos, quintos, décimos, iguales etc. Como un ejemplo no limitante, cada intervalo planteado en la presente se puede dividir fácilmente en un tercio inferior, tercio medio y tercio superior, etc. Como también entenderá un experto en la técnica, todos los lenguajes tales como “hasta”, “al menos” y similar incluyen el número citado y se refieren a intervalos que posteriormente se pueden dividir en subintervalos como se planteó anteriormente. Finalmente, como entenderá un experto en la técnica, una gama incluye cada miembro individual. De esta manera, por ejemplo, un grupo que tiene 1-3 células se refiere a grupos que tienen 1, 2, o 3 células. Similarmente, un grupo que tiene 1-5 célula se refiere a grupos que tienen 1, 2, 3, 4, o 5 células, etc.

[0143] A partir de lo anterior, se apreciará que se han descrito en este punto varias formas de realización de la presente descripción con fines ilustrativos, y que se pueden llevar a cabo diversas modificaciones sin apartarse del alcance y espíritu de la presente descripción. Por consiguiente, las diversas formas de realización descritas en la presente no pretenden ser limitantes, y el verdadero alcance y espíritu se indican en las siguientes reivindicaciones.

REFERENCIA CRUZADA

Esta solicitud de patente hace referencia cruzada a: US 9,011,737; 8,986,587; 8,545,205; y 7,931,842; y US 2013/0126543; US 2012/0181715; US 2009/0212457; US 2009/0026641; y US 2007/0063374, cuyas referencias se incorporan en la presente como referencia específica en su totalidad.