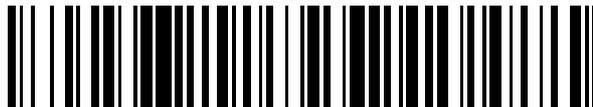


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 453**

51 Int. Cl.:

C08G 63/88 (2006.01)

B01J 19/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2010 E 10803436 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2013 EP 2454311**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la producción de material polímero semicristalino**

30 Prioridad:

28.12.2009 AT 20432009

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

02.01.2014

73 Titular/es:

**EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN
UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H. (100.0%)
Freindorf Unterfeldstrasse 3
4052 Ansfelden , AT**

72 Inventor/es:

**FEICHTINGER, KLAUS;
HACKL, MANFRED;
RÖSSLER-CZERMAK, ANDREAS y
WEIS, GERALD**

74 Agente/Representante:

SANZ-BERMELL MARTÍNEZ, Alejandro

ES 2 436 453 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la producción de material polímero semicristalino

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de material polímero semicristalino conforme al concepto general de la reivindicación 1, así como a un dispositivo para la realización del procedimiento según el concepto general de la reivindicación 6.
- Se conocen numerosas variantes de procedimientos para la cristalización de polímeros y se emplean sobre todo para facilitar el almacenamiento, el transporte, la manipulación o el tratamiento posterior de los polímeros, así como para influir en las propiedades de estos polímeros.
- 10 Durante la cristalización de los polímeros termoplásticos se produce un ordenamiento parcial de las cadenas moleculares en el polímero. A partir de núcleos de cristalización, las cadenas moleculares se depositan unas junto a otras en forma de pliegues, forman primero una estructura laminar y, a continuación, estructuras de orden superior como, por ejemplo, esferulitos.
- 15 La cristalización depende de diversos parámetros como, por ejemplo, de la temperatura durante la cristalización, del peso molecular del polímero, del tipo de polímero, pero también de la humedad, los disolventes, la presión o posibles materiales de relleno contenidos en el polímero.
- 20 La cristalización o bien el grado de cristalización influye considerablemente en las propiedades mecánicas, térmicas, químicas y de aspecto del polímero. En particular, uno de los objetivos principales es reducir la tendencia a la adherencia de los polímeros amorfos, presentes generalmente como gránulos, aumentando el grado de cristalización. Esto permite, sobre todo, simplificar considerablemente el procesamiento, el transporte y el almacenamiento de los gránulos.
- Para reducir la pegajosidad durante el proceso de cristalización de los polímeros termoplásticos, por ejemplo del tereftalato de polietileno (PET), se conocen numerosos procedimientos de las últimas tecnologías.
- 25 Por ejemplo, en la US 3,746,688 se describe el secado durante varias horas de los gránulos amorfos antes al proceso de cristalización. La US 3,014,011 describe una reducción de la pegajosidad mediante un tratamiento previo del granulado con un agente hinchante. La US 5,919,872 describe la aplicación de agentes de revestimiento para reducir la tendencia a la adherencia. En la EP 1 203 040 o en la US 3,544,525, los gránulos se mantienen y se recuecen a una cierta temperatura por debajo de la temperatura de fusión.
- 30 Además, de las últimas tecnologías se conoce la adición de una cierta porción de gránulos ya semicristalinos a los gránulos en bruto amorfos que tienden a aglomerarse presentes en el reactor de cristalización, para mantener la capacidad de corrimiento de las partículas dentro del reactor de cristalización. Esto se consigue insertando los gránulos semicristalinos no pegajosos entre los gránulos amorfos y, en general, los gránulos se mantienen fragmentados y no se adhieren entre sí incluso a
- 35 temperaturas más elevadas.
- Todos estos procedimientos arriba mencionados tienen, sin embargo, algunas desventajas; en particular, no siempre resulta ventajoso aplicar agentes de revestimiento, agentes hinchantes o similares o bien, por ejemplo, el pretratamiento del material en bruto conlleva una prolongación del proceso general y costes más elevados.
- 40 En particular, la retromezcla del material semicristalino con el granulado en bruto amorfo es también un proceso realmente delicado, ya que al efectuar la retromezcla directamente en el reactor de cristalización - como suele hacerse actualmente según las últimas tecnologías - no se garantiza ni se puede lograr una mezcla suficiente y, al menos en algunas partes del reactor, se producen aglomeraciones pegajosas de gránulos amorfos.
- 45 Por lo tanto, el objeto de la presente invención es perfeccionar un procedimiento del tipo mencionado al principio, de tal modo que se pueda lograr con él una buena mezcla de de los gránulos predominantemente amorfos con los gránulos semicristalinos sin que los gránulos se peguen entre sí.
- Del mismo modo, es un objeto de la invención crear un dispositivo para la realización de este procedimiento.

El objeto del procedimiento se resuelve mediante las características específicas de la reivindicación 1. Aquí está previsto que el material polímero semicristalino desviado se reúna y mezcle con el material polímero en bruto sin tratar que tiende a pegarse y predominantemente amorfo antes de su retromezcla en el reactor de cristalización y solo después se introduzca la mezcla en el reactor de cristalización.

- 5 Este modo de proceder tiene la ventaja de que se puede producir una mezcla intensiva ya antes del reactor de cristalización y de que se evita el posible aglutinado ya en un estadio previo al reactor de cristalización. Con ello se descarta la formación de aglomeraciones pegajosas en el reactor de cristalización, ya que al reactor de cristalización va a parar una mezcla que ya no tiende a pegarse. De esta forma se garantiza permanentemente la conservación de la capacidad de corrimiento y se puede
10 efectuar la cristalización efectiva y homogéneamente.

Además, con ello se reduce la cantidad necesaria de polímero semicristalino retromezclado, ya que este resulta más efectivo. Gracias a la proporción más reducida de retromezcla se reduce en consecuencia el tiempo de permanencia necesario en el reactor y, con ello, también el tamaño y el consumo energético de los dispositivos de cristalización necesarios.

- 15 En un dispositivo del tipo antes mencionado, el cometido se resuelve por que el tramo de transferencia desemboca en la tobera de adición.

Gracias a que está previsto que la adición no se efectúe directamente en el reactor de cristalización, sino que se produce un premezclado previo en la tobera de adición, se consiguen alcanzar fácilmente las ventajas arriba mencionadas.

- 20 La tobera de adición desemboca en el reactor de cristalización por encima del nivel del material. El tramo de transferencia está conectado al reactor de cristalización en una zona situada por debajo del nivel del material.

- El término "granulado en bruto amorfo" no debe entenderse únicamente o al 100% como gránulos amorfos sin ningún índice de cristalización, sino aquel granulado que un experto clasificaría como
25 predominantemente amorfo o demasiado amorfo para cumplir los requisitos deseados.

Las siguientes reivindicaciones dependientes describen perfeccionamientos y configuraciones ventajosos del procedimiento y del dispositivo:

- 30 Conforme a un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, está previsto que la reunión y mezcla de material polímero semicristalino desviado con el material polímero en bruto se realice en una zona situada fuera del reactor de cristalización, en particular en una tobera de adición. De este modo se consigue una mezcla efectiva y se reduce eficazmente el riesgo de adherencia.

- 35 Conforme a otra ejecución del procedimiento, es ventajoso que el material polímero semicristalino extraído del reactor de cristalización se lleve a una altura por encima del reactor de cristalización, en particular mediante un tornillo sinfín vertical de transporte, y que el material polímero semicristalino desviado se deslice a continuación por el efecto de la gravedad, en particular mediante una resbaladera de material, a la zona de adición para su retromezcla. Esto permite transformar fácilmente la energía potencial del granulado en energía cinética mediante la acción de la gravedad y se le confiere al granulado de forma sencilla una cierta velocidad de flujo que resulta ventajosa a continuación para lograr una buena mezcla.

- 40 En este contexto, es ventajoso que tanto el material polímero semicristalino desviado como el material polímero en bruto presenten un movimiento de flujo en el lugar y en el momento de su convergencia, con una cierta velocidad de flujo respectivamente, convergiendo las direcciones de flujo de ambos flujos de material en particular en un ángulo agudo ϵ , preferentemente de entre 20 y 55°, en particular de entre 30 y 40°. Cuando ambos flujos de material están en movimiento se reduce el riesgo de que las partículas se
45 peguen y, además, se aprovecha la energía del movimiento para lograr una buena mezcla.

También es ventajoso que a continuación se procure que tanto el material polímero semicristalino desviado como el material polímero en bruto se mantengan fragmentados permanentemente y en cada fase del procedimiento, y con capacidad de corrimiento. Esto facilita la manipulación y procesamiento de los gránulos.

5 Conforme a una ejecución ventajosa del procedimiento, el calentamiento del polímero se efectúa en el reactor de cristalización sin alimentación de energía de calentamiento externa o sin elementos calefactores adicionales. El calor necesario para una cristalización rápida y exitosa proviene ventajosamente de la energía interna de los gránulos exclusivamente y/o se genera durante la cristalización exotérmica.

10 Se consigue una configuración ventajosa del dispositivo cuando está previsto que el tramo de transferencia comprenda un medio de transporte, en particular conectado directamente al reactor de cristalización, preferentemente un tornillo sinfín vertical de transporte, con el que se pueda transportar el material polímero semicristalino que sale del reactor de cristalización a una altura por encima del reactor de cristalización. Además, es ventajoso que el tramo de transferencia presente una resbaladera de material, constituida preferentemente en forma de tubo, la cual, partiendo de una zona superior del medio de transporte, desemboque oblicuamente en la tobera de adición, presentando la resbaladera de material preferentemente un ángulo medio de inclinación β respecto al plano horizontal de entre 15 y 50°, preferentemente de entre 20 y 30°. De este modo, el material a retromezclar puede deslizarse hacia abajo desde un cierto nivel de altura por el efecto de la gravedad y añadirse al polímero en bruto a una velocidad más elevada sin medios de transporte adicionales. El ángulo de inclinación β mencionado resulta ventajoso para evitar obstrucciones y garantizar una cierta velocidad mínima.

20 Gracias a que la tobera de adición está dispuesta en la zona del borde superior del reactor de cristalización y/o está inclinada hacia abajo, en particular con un ángulo δ de entre 25 y 60°, en particular de entre 30 y 40°, respecto al plano horizontal, lo que permite al material polímero deslizarse al reactor de cristalización, también se le confiere al granulado en bruto predominantemente amorfo una cierta velocidad y este se desliza al interior del reactor de cristalización.

25 Se consigue una configuración extremadamente ventajosa cuando la resbaladera de material presenta un segmento superior cerca del medio de transporte y un extremo inferior o segmento acodado cerca de la tobera de adición, estando constituido el segmento acodado formando un ángulo con la tobera de adición o bien acodado hacia abajo, siendo el ángulo α entre el segmento superior de la resbaladera de material y el segmento acodado en particular de entre 60 y 140°, preferentemente de entre 90 y 100°. El segmento acodado actúa como una placa desviadora. Los polímeros semicristalinos chocan a una velocidad elevada contra la pared opuesta del segmento acodado y rebotan, lo que provoca que se arremolinen. Esto produce una mejor distribución y una variación de las direcciones de movimiento y de las velocidades de cada una de las partículas y se evita la superposición de ambos flujos de material en la tobera de adición.

35 Para evitar las posibles obstrucciones, es ventajoso que esté previsto que el eje central de la tobera de adición forme con el eje central del segmento acodado un ángulo agudo ϵ de preferentemente entre 20 y 55°, en particular de entre 30 y 40°. De este modo, los flujos de material se juntan con vectores con una dirección básicamente similar, si bien, a pesar de lo cual, no se produce una superposición en la tobera.

40 Conforme a una forma de ejecución ventajosa, el eje central del segmento acodado está orientado casi en vertical, en particular con un ángulo ζ respecto al plano vertical de entre 0 y 45°, en particular de entre 15 y 25°. Los gránulos que rebotan descienden de este modo prácticamente en caída libre hacia abajo al interior de la tobera de adición.

Se consigue un dispositivo ventajoso cuando el eje central del segmento acodado y el eje central de la tobera de adición definen o forman un plano, que divide el reactor de cristalización en dos subáreas básicamente del mismo tamaño, y el medio de transporte o bien el eje central del tornillo sinfín vertical de transporte está situado en este plano.

45 Como alternativa puede estar previsto que el segmento superior de la resbaladera de material esté orientado respecto al plano con un ángulo γ , en particular de entre 10 y 30°, y/o que el medio de transporte o bien el eje central del tornillo sinfín vertical de transporte esté situado fuera del plano. Mediante la disposición excéntrica y que ahorra espacio del transportador vertical y la configuración acodada, visto desde arriba, de la resbaladera de material se puede proporcionar un impulso adicional a las partículas a retromezclar.

50 Para conseguir una buena mezcla, existe ventajosamente la posibilidad de que la anchura de la resbaladera de material aumente antes del segmento acodado y, dado el caso, cambie la forma de su sección transversal.

Para una buena mezcla y una introducción uniforme de los gránulos ya mezclados, está previsto ventajosamente que la tobera de adición se ensanche en forma de abanico por su extremo cercano al reactor de cristalización. Esto permite una mejor distribución de los gránulos en el reactor de cristalización.

- 5 En ese contexto, es ventajoso que esté previsto que en la superficie inferior de deslizamiento de la tobera de adición esté formada una serie de acanaladuras profundizadas rectas. El material polímero en bruto que entra por el orificio de adición y también el material semicristalino que viene desde arriba se deslizan, por lo tanto, por estas acanaladuras y así se distribuyen por toda la anchura de la tobera de adición, con lo que se efectúa una buena mezcla, y al reactor de cristalización va a parar un flujo de material ancho y relativamente fino y correspondientemente fácil de mezclar homogéneamente.

10 Cuando el material fluye por las acanaladuras, tampoco es un problema que la tobera de adición esté inclinada transversalmente respecto a la dirección longitudinal, por ejemplo debido a una instalación poco precisa. En caso contrario, el material se concentraría en un lado de la tobera, se mezclaría mal e iría a parar al reactor de cristalización en forma de un flujo de material más espeso y difícil de incorporar.

- 15 Preferentemente, la altura o profundidad y/o la anchura de las acanaladuras aumenta a favor de la corriente o en el sentido de flujo, con lo que se produce una igualación y homogeneización adicional del material.

20 Conforme a una configuración ventajosa, está previsto que el tornillo sinfín vertical de transporte esté dotado de otro orificio de descarga para la extracción, estando el orificio de descarga situado más abajo o como máximo a la misma altura que el orificio al que está conectada la resbaladera de material.

25 En este contexto, es ventajoso que esté previsto un dispositivo de mando mediante el que se pueda regular la cantidad de material polímero semicristalino que se desvía a la resbaladera de material y/o la cantidad del material polímero semicristalino que se extrae a través del orificio de descarga. Esto permitiría regular de forma sencilla y eficaz la proporción de retromezcla. Como alternativa, el material semicristalino también se puede desviar directamente desde el reactor de cristalización a través de un canal de descarga independiente.

30 Además, al medio de transporte o al orificio de descarga puede estar conectado un recipiente para recoger y almacenar y/o un recipiente para procesar posteriormente el material polímero semicristalino, por ejemplo un recipiente SSP. La conexión se efectúa preferentemente mediante un tornillo sinfín de transporte con el que se pueda regular la cantidad de granulado semicristalino a descargar.

35 Conforme a una forma de ejecución ventajosa, está previsto que antes del reactor de cristalización o bien antes de la tobera de adición esté dispuesta una centrifugadora para extraer la humedad superficial y las posibles partículas finas, con la que el material polímero en bruto se introduzca a una velocidad más elevada, preferentemente tangencialmente, en la tobera de adición. Los gránulos en bruto amorfos que se introducen en la tobera de adición mantienen de este modo el impulso de velocidad que han recibido en la centrifugadora. Esto se aprovecha a continuación para la adición y para conseguir una buena mezcla.

De la descripción y de los dibujos adjuntos se desprenden otras ventajas y configuraciones de la invención.

- 40 La invención está representada de forma esquemática en los dibujos, sobre la base de ejemplos de ejecución, y se describe a continuación haciendo referencia a los dibujos a modo de ejemplo.

La fig. 1 muestra el dispositivo según la invención visto desde el lateral.

La fig. 2 muestra una vista frontal del dispositivo según la fig. 1.

La fig. 3 muestra el dispositivo desde el otro lado.

- 45 La fig. 4 muestra el dispositivo desde arriba.

La fig. 5 muestra una vista oblicua desde arriba.

Las figs. 6a y 6b muestran una vista detallada de la zona de una tobera de adición ventajosa.

Las figs. 7a, b y c muestran detalles de una tobera de adición ventajosa.

En la fig. 1 está representada a modo de ejemplo una forma de ejecución especialmente ventajosa del dispositivo según la invención vista desde lateral. En la parte inferior a la izquierda se encuentra un reactor de cristalización 1 configurado del modo habitual en forma de un recipiente cilíndrico con una base horizontal y paredes laterales verticales. En el interior del reactor de cristalización 1 se encuentra un mecanismo de mezcla y de agitación 2. En el presente caso, el mecanismo está dispuesto en dos niveles superpuestos. El mecanismo de mezcla y de agitación 2 consta de paletas o varillas giratorias que rotan respectivamente en un plano horizontal y paralelo a la base y que están dispuestas sobre una biela de accionamiento común. Estas sirven para mover, mezclar y mantener permanentemente de forma fragmentada y con capacidad de flujo el material polímero que se encuentra en el reactor de cristalización 1.

El reactor de cristalización 1 dispone, dado el caso, de medios para calentar y/o enfriar el material polímero. El calentamiento se puede realizar desde fuera mediante una camisa calefactora o desde dentro mediante herramientas de mezcla y de agitación 2 calefactadas. Pero, básicamente, los gránulos aún poseen suficiente energía y calor internos, de modo que no es necesaria una calefacción adicional. Además, el proceso de cristalización es exotérmico, por lo que incluso puede ser necesaria una refrigeración para evitar una fusión parcial de los gránulos.

Para una cristalización efectiva, la temperatura de los gránulos debe mantenerse permanentemente por encima de la temperatura de transición vítrea y por debajo del punto de fusión. En el caso del PET, el índice de cristalización óptimo se consigue a una temperatura de aproximadamente 174° C.

En la zona del borde superior izquierdo del reactor de cristalización 1 está dispuesta una tobera de adición 4 a través de la cual se introduce el material en el reactor de cristalización 1. En funcionamiento, la tobera de adición 4 está por encima del nivel de material de las partículas en movimiento. La tobera de adición 4 está inclinada hacia abajo oblicuamente con un ángulo δ de aproximadamente entre 30 y 40°, por lo que el material polímero puede deslizarse por sí solo al interior del reactor de cristalización 1.

Delante de la tobera de adición 4 se encuentra una centrifugadora 12. En la centrifugadora 12, el granulado en bruto recién formado se trata para eliminar su humedad superficial y las posibles partículas finas. El material polímero en bruto se alimenta por la parte inferior de la centrifugadora 12 y las partículas se arremolinan hacia arriba, lo que les proporciona ciertos impulsos de movimiento y velocidades. A través del orificio de adición 14 que conecta la parte superior de la centrifugadora 12 con el principio de la tobera de adición, se alimentan a la tobera de adición 4 las partículas de polímero en bruto aún amorfas.

En la parte inferior del reactor de cristalización 1, a la altura de la herramienta inferior de mezcla y de agitación 2, está previsto un orificio de descarga 15 por el que se puede extraer del reactor de cristalización 1 el material polímero tratado y ahora semicristalino. El orificio de descarga 15 se encuentra, en funcionamiento, por debajo del nivel de material de las partículas en movimiento. A este orificio de descarga 15 está conectado el principio de un tramo de transferencia 3, 5, a través del cual se puede reconducir al reactor de cristalización 1 una parte del material polímero semicristalino.

El tramo de transferencia 3, 5 comprende un medio de transporte 3 en forma de un tornillo sinfín vertical de transporte 3 directamente conectado al reactor de cristalización 1. Este tornillo sinfín vertical de transporte 3 gira a una velocidad de rotación de aproximadamente entre 100 y 150 revoluciones por minuto y transporta, incluso estando parcialmente alimentado, el material polímero semicristalino que sale del reactor de cristalización 1 a un nivel por encima del reactor de cristalización 1, en el presente caso aproximadamente al doble de la altura del reactor de cristalización 1.

En la parte superior del tornillo sinfín vertical de transporte 3, está constituido un orificio 11 a través del cual se introduce el material en una resbaladera de material 5 cerrada en forma de tubo. La resbaladera de material 5 está inclinada oblicuamente con un ángulo de inclinación medio β de aproximadamente entre 30 y 40° con respecto al plano horizontal. La resbaladera de material 5 no desemboca recta en la tobera de adición 4 sino formando un cierto ángulo. De este modo se constituye un circuito de retromezcla mediante el cual los gránulos semicristalinos no pegajosos se mezclan con el granulado pegajoso amorfo.

La resbaladera de material 5 presenta un segmento superior 8 cerca del medio de transporte 3 y un segmento inferior acodado 7 situado cerca de la tobera de adición 4. El segmento acodado 7 está

constituido formando un ángulo con la tobera de adición 4 y acodado hacia abajo, en el presente caso con un ángulo α de aproximadamente 95° . El segmento acodado 7 o bien el eje central del segmento acodado 7 está orientado relativamente en vertical o perpendicular, en el presente caso con un ángulo ζ de aproximadamente entre 15 y 20° con respecto a la perpendicular.

5 Como bien puede apreciarse tanto en la fig. 1 como la fig. 3, el segmento acodado 7 y la tobera de adición 4 están orientados uno hacia el otro formando un ángulo agudo ϵ y sus ejes centrales forman un ángulo de aproximadamente 35° . De este modo, ambos flujos de material se juntan con este ángulo agudo, ambos con velocidades aumentadas, y se mezclan entre sí.

10 En la fig. 4 está representado el dispositivo según la invención visto desde arriba. Se puede ver que los ejes centrales del segmento acodado 7 y de la tobera de adición 4 definen o forman un plano 9. Este plano 9 orientado en vertical divide el reactor de cristalización 1 básicamente en dos subáreas del mismo tamaño. El tornillo sinfín vertical de transporte 3 no está situado en este plano 9. Con ello, también el segmento superior 8 de la resbaladera de material 5 está orientado respecto al plano 9 con un ángulo γ de aproximadamente 20° . Según una configuración ventajosa, el tornillo sinfín vertical de transporte 3 también está dispuesto en el plano 9 o bien el eje longitudinal vertical del tornillo sinfín vertical de transporte 3 está situado en este plano 9.

En la zona del codo de la resbaladera de material 5 con el ángulo γ también hay un codo con respecto al plano horizontal. En esta zona, el ángulo de inclinación β se reduce entre 5 y 10° . Por lo tanto, el material que se desliza experimenta en dos sentidos un cambio de dirección.

20 En la fig. 2 y en la fig. 3 puede verse que la anchura de la resbaladera de material 5 aumenta hacia abajo. En la zona directamente anterior al segmento acodado 7, la resbaladera de material 5 se ensancha cónicamente, manteniéndose la altura básicamente igual. Además, la forma de la sección transversal de la resbaladera de material 5 cambia de aproximadamente circular a rectangular justo antes del inicio del segmento acodado 7.

25 En las figs. 6a y 6b se muestra en detalle la zona de una posible forma de ejecución de la tobera de adición 4, en concreto una vista general y una vista lateral en sección. Puede verse la zona del extremo de la resbaladera de material 5, en la que la sección transversal cambia a una forma rectangular. El segmento acodado 7 está conectado a ella en conexión de flujo con el ángulo α , actuando como placa desviadora 18. A continuación, el segmento acodado 7 desemboca desde arriba en el sentido de flujo a través de una escotadura 16 y formando un ángulo agudo en la zona central de la tobera de adición 4 oblicua. Aquí también convergen los dos flujos de material, el de los polímeros en bruto aún amorfos y el de partículas ya semicristalinas a retromezclar. La tobera de adición 4 se ensancha hacia abajo de forma cónica.

30 En las figs. 7a, b y c está representada en detalle una posible configuración de la tobera de adición 4. La fig. 7a muestra una vista frontal, en la que se han retirado partes de la cubierta superior para su mejor visualización. La fig. 7b muestra una vista general. La fig. 7c muestra una vista lateral, en la que la inclinación oblicua de la tobera de adición 4 puede verse con el ángulo δ , en el presente caso de aproximadamente 20° .

40 La tobera de adición se ensancha hacia abajo en forma de abanico y presenta en su superficie inferior de deslizamiento una serie de acanaladuras 17 rectas. Estas acanaladuras 17 discurren en el sentido de flujo de la centrifugadora 12 al reactor de cristalización 1. La acanaladura 17 central está orientada en paralelo al plano 9; las acanaladuras 17 adyacentes a izquierda y derecha se inclinan hacia afuera en forma de abanico, con lo que los bordes superiores entre las acanaladuras 17 no están orientados en paralelo entre sí sino que divergen ligeramente.

45 Cada acanaladura 17 presenta una sección transversal triangular y posee dos superficies laterales orientadas entre sí formando ángulo, constituyendo de este modo una acanaladura 17 profundizada por la que el material puede deslizarse. Las dos superficies laterales están orientadas entre sí en el presente ejemplo de ejecución formando un ángulo de aproximadamente 90° .

50 La altura o profundidad de cada acanaladura 17 aumenta hacia abajo de forma continua hasta alcanzar aproximadamente entre un 170 y 180% de la altura o profundidad del extremo superior de cada acanaladura 17. La anchura de cada acanaladura 17 aumenta también en la misma medida.

5 Por lo tanto, cada acanaladura 17 es recta, está inclinada hacia abajo y su altura o profundidad, así como su anchura, aumentan en dirección hacia abajo. El material polímero en bruto que entra a través del orificio de adición 14 y también el material semicristalino que viene desde arriba se deslizan, por lo tanto, por estas acanaladuras 17 y, con ello, se distribuyen uniformemente por toda la anchura de la tobera de adición 4, con lo que se produce una buena mezcla y el flujo de material que va a parar al reactor de cristalización 1 es más ancho.

10 En el tornillo sinfín vertical de transporte 3 está previsto otro orificio de descarga 10 a través del cual el polímero semicristalino abandona el circuito de retromezcla. Este orificio de descarga 10 está situado más abajo o como máximo a la misma altura que el orificio 11, en el presente caso en el lado opuesto del orificio 11. A él está conectado un tornillo sinfín de transporte 13 no compresor con inclinación ascendente. Este tornillo sinfín de transporte 13 es regulable, de modo que se puede dosificar exactamente la porción de polímero descargado, lo que permite ajustar también con precisión el grado de retromezcla o bien la proporción de retromezcla. Como alternativa, el material semicristalino también se puede desviar directamente desde el reactor 1 y separar del circuito.

15 A este tornillo sinfín de transporte está conectado un recipiente 6 para almacenar y/o procesar posteriormente el material polímero. Dicho tipo de recipientes se conoce del estado actual de la técnica; únicamente a modo de ejemplo, este recipiente 6 puede ser un octabin o un reactor SSP.

El procedimiento según la invención se desarrolla en este dispositivo de la siguiente manera:

20 En la fase inicial del procedimiento, no representada aquí, una masa fundida de polímero transportada por un extrusor se conforma mediante un dispositivo de granulación de la manera conocida, formando barras primero y triturándolas después en gránulos. A continuación, los gránulos se secan en la centrifugadora 12 y se libran de las partículas de polvo o partículas pequeñas y entonces van a parar a través del orificio de adición 14 a la zona de la tobera de adición 4. Los gránulos siguen estando calientes o bien, dado el caso, su interior incluso sigue estando aún fundido. Poseen suficiente calor propio como para favorecer y posibilitar eficazmente el secado de la humedad residual y la posterior cristalización sin necesidad de calefacción adicional. Por otro lado, están lo suficientemente fríos como para no deformarse o como para mantener su forma. En cualquier caso, estos gránulos en bruto, en su mayoría aún amorfos y calientes, son muy sensibles al pegado y tienden, en particular cuando están inmóviles unos junto a otros, a aglomerarse entre sí formando una torta, lo que dificulta el procesamiento y debe evitarse.

30 En un primer paso, la centrifugadora 12 introduce los gránulos en bruto a tratar, en su mayoría amorfos y calientes, ahora a una cierta velocidad, en la tobera de adición 4 y estos se deslizan a continuación, debido a la inclinación oblicua de la tobera de adición 4, al interior del reactor de cristalización 1. Permanecen allí durante un cierto tiempo de permanencia ajustable, bajo aquellas condiciones en las que el índice de cristalización es el mayor, y se mantienen fragmentados bajo movimiento constante. Durante este paso se recuecen y se produce al menos parcialmente una formación de zonas semicristalinas y aumenta el grado de cristalización.

40 Después de este paso, los materiales polímeros ahora semicristalinos se extraen a través del orificio 15 por la parte inferior del reactor de cristalización 1 y van a parar al tornillo sinfín vertical de transporte 3. Dicho tornillo los transporta hacia arriba a aproximadamente el doble de la altura del reactor de cristalización 1. El orificio de descarga 10 al recipiente 6 aún está cerrado, de modo que al principio todo el granulado semicristalino se retromezcla.

45 El granulado semicristalino va a parar a través del orificio 11 a la resbaladera de material 5 y se desliza por esta debido a la fuerza de la gravedad. Al hacerlo, adquiere una cierta velocidad y también un impulso de movimiento y entonces impacta en la zona acodada 7 sobre la placa de desviación o bien en la zona de rebote 18. Con ello se frena el granulado, se arremolina y las partículas de granulado chocan entre sí y contra las paredes y toman distintas direcciones y distintas velocidades relativas. La buena distribución se consigue mediante el frenado de las partículas de granulado.

50 En la tobera de adición 4 se produce entonces la mezcla de ambos flujos de material. Por un lado, el granulado en bruto predominantemente amorfo fluye en el interior de la tobera de adición 4. Por otro lado, el granulado semicristalino que rebota en la zona acodada 7 cae desde arriba. De este modo, ambos flujos de material se mezclan en una zona de la tobera de adición 4, ya antes del reactor de cristalización 1. Gracias a la configuración estructural y a la geometría de la tobera de adición 4, se

5 produce una buena mezcla pero no una superposición de los flujos de material. Las partículas de polímero semicristalino que no tienden a pegarse se depositan de este modo de forma homogénea y estadísticamente bien repartidas entre las partículas amorfas pegajosas y, en conjunto, se produce una mezcla homogénea intensiva que se introduce a través del ensanchamiento en forma de abanico de la tobera de adición 4 en el reactor de cristalización 1 y allí, sin pegarse, se puede mover mediante los elementos de mezcla y de agitación 2.

10 El presente proceso se realiza de forma continua y, después de que se haya producido un cierto equilibrio en el procedimiento, se abre paulatinamente el orificio de descarga 10 y se reduce la proporción de retromezcla. Entonces se desvía y retromezcla menos material semicristalino, y una parte del material se lleva mediante un tornillo sinfín de transporte 13 no compresor al interior de un recipiente 6, un octabin en el presente caso. Por descontado, en vez del octabin puede estar previsto cualquier otro recipiente, por ejemplo un silo o un recipiente SSP. La proporción de retromezcla correcta o bien la separación del circuito de retromezcla del material listo se regula básicamente a través de la velocidad de rotación del tornillo sinfín vertical de transporte 3 y/o a través de la velocidad de rotación del tornillo sinfín 13 de conexión al recipiente 6. También sería posible abrir o cerrar, según se necesitase, los orificios 11 y 10 mediante válvulas correderas regulables.

15 Por ejemplo, se consigue un equilibrio ventajoso en el sistema mediante los siguientes parámetros:

20 El PET amorfo que proviene del secador o de la centrifugadora 12 se introduce en la tobera de adición 4 a una temperatura de aproximadamente 130° C y con un caudal másico de 350 kg/h. Al mismo tiempo, PET semicristalino va a parar a través de la resbaladera de material 5 a la tobera de adición 4 a una temperatura de aproximadamente 145° C y con un caudal másico de 850 kg/h. En la tobera de adición 4 se efectúa la mezcla intensiva, y después la introducción en el reactor de cristalización 1.

A continuación se hace una serie de observaciones para aclarar adicionalmente la invención:

25 Los polímeros apropiados para un tratamiento de este tipo son los polímeros termoplásticos cristalizables. Los polímeros se obtienen mediante una reacción de polimerización como, por ejemplo, la polimerización radical, aniónica o catiónica, poliadición o policondensación, a partir de sus monómeros. Son especialmente aptos los policondensados termoplásticos cristalizables como el poliamida, poliéster, policarbonato, polihidroxialcaonatos, poliláctidos o sus copolímeros.

30 En el caso de los poliésteres se trata de polímeros que se obtienen normalmente por policondensación a partir de sus monómeros, un componente diol y un componente de ácido dicarboxílico. Los ejemplos típicos de poliéster son el tereftalato de polietileno (PET), el tereftalato de polibutileno (PBT) y el naftalato de polietileno (PEN), que se emplean o bien como homopolímeros o como copolímeros.

Los tereftalatos de polietileno adecuados presentan una viscosidad intrínseca con una gama de entre 0,3 y 1 dl/g, medida con 0,5 g de PET en 100 ml de fenol / diclorobenceno (1:1).

35 Los polilácticos (PLA) son polímeros que se pueden obtener directamente con la deshidratación a partir de ácido láctico o mediante polimerización por apertura de anillo a partir de sus dímeros cíclicos (láctidos). Se ha comprobado que el procedimiento o dispositivo según la invención también son ventajosos para el PLA.

40 Los polímeros pueden ser tanto materiales nuevos como reciclados. Se denominan materiales reciclados los polímeros reprocesados que provienen de procesos de fabricación y tratamiento (posindustriales) o los recogidos y procesados tras el uso por parte del consumidor (posconsumo).

45 Al polímero se le pueden añadir aditivos. Son aptos como aditivos, por ejemplo, los catalizadores, colorantes y pigmentos, bloqueadores de UV, agentes de transformación, estabilizadores, modificadores de la resistencia al impacto, agentes expansores de tipo químico y físico, materiales de relleno, agentes de nucleación, retardadores de llamas, plastificantes, barreras o partículas que mejoran las propiedades mecánicas, cuerpos reforzantes como esferas o fibras, así como sustancias reactivas como, por ejemplo, absorbentes de oxígeno, absorbentes de acetaldehído o sustancias que aumentan el peso molecular, etc.

50 La producción de una masa fundida de polímero se realiza en aparatos o reactores ya conocidos del estado actual de la técnica. En principio, entran en consideración los reactores de polimerización en los que los polímeros se producen en fase líquida como, por ejemplo, los reactores de tanque agitado,

reactores de jaula o reactores de discos, o aparatos en los que se funden polímeros producidos previamente como, por ejemplo, extrusores o amasadoras. La producción de masa fundida de polímero puede realizarse de forma continua o discontinua. No obstante, para el procesamiento posterior son preferibles los procesos continuos. Las sustancias volátiles no deseadas, como las impurezas de un material reciclado, restos de disolvente de la producción de polímero, así como monómeros, dímeros, oligómeros o productos de disociación de la producción de masa fundida de polímero se pueden eliminar mediante un dispositivo de desgasificación, como un evaporador de película delgada o un extrusor, en particular un extrusor de varios árboles o un extrusor anular. La preparación de una masa fundida de polímero puede constar de otros pasos procedimentales como, por ejemplo, una generación de presión, un filtrado, una temperación o una mezcla.

Las partículas se pueden formar a partir de la masa fundida de polímero de diversas maneras. Se puede emplear una trituración de fragmentos, barras o flejes formados a partir de la masa fundida de polímero, o una formación directa de partículas, por ejemplo, por goteo o por pulverización. Los más empleados son los procedimientos de granulación, en los que, en un dispositivo de salida, en particular una boquilla o una placa de inyección, se forman barras individuales de polímero a partir de la masa fundida de polímero. Para la fabricación de gránulos a partir de las barras de polímero pueden emplearse las técnicas de granulación que se conocen del estado actual de la técnica como, por ejemplo, granulación de barras, granulación de anillo de agua, granulación subacuática o granulación frontal (también denominada granulación *hot face*), por goteo o por pulverización. En estos procesos, las barras de polímero que salen de los canales de masa fundida se solidifican y se dividen formando un gran número de gránulos individuales, pudiéndose efectuar dicha división antes o después de la solidificación. A pesar de que se emplea el término "agua" en la denominación de los dispositivos de granulación, también se pueden emplear otros medios líquidos. La separación en partículas se efectúa, por ejemplo, mediante una formación de gotas autónoma, mediante la aplicación de un agente de cizallamiento líquido o mediante una separación mecánica, en particular mediante corte. Mientras que la formación de gotas autónoma o la forzada mediante un medio de cizallamiento se efectúa en la salida de la boquilla, el corte se puede realizar tanto directamente en la salida de la boquilla como también una vez ha pasado ya por un tramo de tratamiento.

La solidificación de la masa fundida de polímero se produce mediante refrigeración con ayuda de uno o varios fluidos refrigerantes, pudiéndose tratar de agentes refrigerantes gaseosos (p. ej., aire, nitrógeno o CO₂) o líquidos (p. ej., agua o etilenglicol) o una combinación de estos. Si se emplea un refrigerante líquido, este se deberá separar posteriormente de las partículas. Esto se puede hacer, por ejemplo, por aspiración, mediante una corriente de gas, mediante un secador de impacto de chorro o un secador centrífugo. El tamaño medio de partícula debe ser de entre 0,5 y 10 mm, preferentemente de entre 1,5 y 5 mm y en particular de entre 2 y 3,5 mm. El tamaño medio de partícula se considera aquí el promedio estadístico del diámetro medio de partícula, que se deriva del promedio de su altura, longitud y anchura. El peso preferente de gránulo es de entre 2 y 100 mg, en particular superior a 5 mg, preferentemente superior a 10 mg y en particular inferior a 50 mg, preferentemente inferior a 30 mg.

Las partículas deben poseer preferentemente una forma de gránulo definida como, por ejemplo, cilíndrica, esférica, en forma de gota, esferoidal o con un diseño especial, tal y como se propone, por ejemplo, en la EP 541 674 (Yau). Se pueden emplear partículas sólidas o porosas, que se pueden obtener, por ejemplo, mediante sinterizado, espumación y procesos similares.

La refrigeración de las partículas se puede efectuar como parte de la producción de partículas o continuar tras la producción de partículas. Se puede emplear el mismo fluido refrigerante que en la producción de las partículas. Pero también se pueden emplear otros fluidos refrigerantes. Como alternativa, también se pueden usar otros dispositivos de refrigeración conocidos del estado actual de la técnica.

Una vez formadas las partículas de polímero, se realiza el paso relevante de la presente invención: la cristalización al menos parcial en un reactor de cristalización. La cristalización se puede realizar de forma continua o discontinua. Normalmente, la cristalización se realiza por vía térmica. La aplicación de calor necesaria para ello se puede efectuar, por ejemplo, mediante una pared calefactada del reactor de cristalización, mediante elementos calefactados instalados dentro del reactor de cristalización, mediante radiación o por inyección de un gas de trabajo caliente, preferentemente mediante el calor interno de las partículas o de los copos.

La cristalización debe realizarse a una temperatura apropiada y durante un tiempo de permanencia adecuado. Preferentemente, mediante la cristalización se debe alcanzar al menos un grado de cristalización que permita otro tratamiento térmico como, por ejemplo, un secado o una policondensación en fase sólida, sin que se produzcan adhesiones o formación de aglomeraciones.

- 5 La gama de temperatura apropiada puede verse cuando el tiempo de vida media de cristalización, medido mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC), se establece como función de temperatura.

Para evitar que se peguen las partículas de polímero en cristalización, estas deben mantenerse en movimiento relativamente entre sí. Esto se puede hacer, por ejemplo, empleando un mecanismo de agitación, un recipiente en movimiento o bajo el efecto de un gas de fluidización.

- 10 Los reactores de cristalización apropiados son los reactores vibratorios, reactores giratorios, reactores con mecanismos de agitación, así como reactores por los que fluye un gas de trabajo, debiendo ser la velocidad de flujo del gas de trabajo suficientemente elevada como para mover las partículas de polímero. Como reactores de cristalización son especialmente apropiados los cristalizadores de lecho fluido o fluidizado.

- 15 Se pueden emplear varios dispositivos para la producción de partículas junto con un dispositivo de cristalización. Esto tiene la ventaja de que, con el servicio alternado de varios dispositivos para la producción de partículas, se puede alimentar al dispositivo de cristalización una cantidad constante de partículas. Opcionalmente, tras el paso para elevar el grado de cristalización, puede llevarse a cabo otro paso de tratamiento térmico. Puede tratarse, por ejemplo, de un paso para desarrollar más la estructura cristalina, de un paso para el secado o humectación y/o de un paso para la policondensación en fase sólida (SSP).

- 25 Directamente después de la cristalización o después de otro paso de tratamiento térmico, las partículas de polímero se pueden enfriar a una temperatura apropiada para el almacenamiento. La refrigeración se realiza mediante procedimientos conocidos del estado actual de la técnica como, por ejemplo, en intercambiadores de calor de placas, en refrigeradores de lecho fluidizado, en instalaciones de transporte con abundancia de refrigerante, mediante inmersión directa en un líquido refrigerante o por contacto con una superficie fría. La refrigeración mediante aire es ventajosa sobre todo en el PET o PA, ya que estos materiales son higroscópicos.

- 30 Después se pueden procesar las partículas de polímero para fabricar productos como, por ejemplo, fibras, cintas, tubos, películas, piezas moldeadas por extrusión y soplado, piezas moldeadas por inyección o piezas obtenidas por sinterización. Por ejemplo, del tereftalato de polietileno se hacen en gran parte productos tubulares, en particular botellas. Las partículas de polímero también se pueden transformar en productos directamente después de la cristalización o tras el paso adicional de tratamiento térmico.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la producción de material polímero semicristalino, en el que el material polímero en bruto a tratar predominantemente amorfo, en particular gránulos, se introduce en un reactor de cristalización (1) y se cristaliza allí al menos parcialmente mediante calentamiento, si bien sin fusión y, a continuación, el material polímero semicristalino obtenido de este modo se extrae del reactor de cristalización (1) y al menos una parte de este material polímero semicristalino se desvía y se retromezcla nuevamente en el reactor de cristalización (1) para reducir la tendencia a la adherencia del material polímero, **caracterizado por que** el material polímero semicristalino desviado se vuelve a juntar con el material polímero en bruto y se mezcla con él antes de producirse la retromezcla en el reactor de cristalización (1), introduciéndose solo entonces la mezcla en el reactor de cristalización (1).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que el material polímero semicristalino desviado se junta y mezcla con el material polímero en bruto en una zona situada fuera del reactor de cristalización (1), en particular en una tobera de adición (4).
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, caracterizado por que el material polímero semicristalino extraído del reactor de cristalización (1) se lleva a una altura por encima del reactor de cristalización (1), en particular mediante un tornillo sinfín vertical de transporte (3), y el material polímero semicristalino desviado se desliza a continuación por el efecto de la gravedad, en particular mediante una resbaladera de material (5), a la zona de adición para su retromezcla.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que tanto el material polímero semicristalino desviado como el material polímero en bruto presentan un movimiento de flujo en el lugar y en el momento de su convergencia, con una cierta velocidad de flujo respectivamente, convergiendo las direcciones de flujo de ambos flujos de material en particular en un ángulo agudo ϵ , preferentemente de entre 20 y 55°, en particular de entre 30 y 40°.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que tanto el material polímero semicristalino desviado como el material polímero en bruto se mantienen permanentemente y en cada fase del procedimiento fragmentados y con capacidad de corrimiento y/o por que el calentamiento del polímero se efectúa en el reactor de cristalización (1) sin alimentación de energía de calentamiento externa, en particular exclusivamente mediante la energía interna de los gránulos y/o mediante el calor generado durante la cristalización.
- 6.- Dispositivo para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, que consta de un reactor de cristalización (1) con medios (2) para mover y mantener fragmentado el material polímero introducido en el reactor de cristalización (1), en particular herramientas mecánicas de mezcla y de agitación, y de una tobera de adición (4) dispuesta en una zona superior del reactor de cristalización (1), a través de la cual se puede introducir el material polímero en bruto a tratar predominantemente amorfo, estando conectado al reactor de cristalización (1) un tramo de transferencia (3, 5) a través del cual se puede retromezclar nuevamente en el reactor de cristalización (1) al menos una parte del material polímero semicristalino, **caracterizado por que** el tramo de transferencia (3, 5) desemboca en la tobera de adición (4).
- 7.- Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por que el tramo de transferencia (3, 5) comprende un medio de transporte (3), en particular conectado directamente al reactor de cristalización (1) y/o en su zona inferior, preferentemente un tornillo sinfín vertical de transporte (3), con el que se puede transportar el material polímero semicristalino que sale del reactor de cristalización (1) a una altura por encima del reactor de cristalización (1).
- 8.- Dispositivo según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, caracterizado por que el tramo de transferencia (3, 5) comprende una resbaladera de material (5), constituida preferentemente en forma de tubo, la cual, partiendo de una zona superior del medio de transporte (3) desemboca oblicuamente en la tobera de adición (4), presentando dicha resbaladera de material (5) preferentemente un ángulo medio de inclinación β respecto al plano horizontal de entre 15 y 50°, preferentemente de entre 20 y 30°.
- 9.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que la tobera de adición (4) está dispuesta en una zona del borde superior del reactor de cristalización (1) y/o está inclinada hacia abajo, en particular con un ángulo δ de entre 25 y 60°, en particular de entre 30 y 40°, respecto al plano horizontal, lo que permite al material polímero deslizarse mediante la fuerza de la gravedad al interior del reactor de cristalización (1).

- 5 10.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que la resbaladera de material (5) presenta un segmento superior (8) cerca del medio transporte (3) y un extremo inferior o segmento acodado (7) situado cerca de la tobera de adición (4), estando constituido el segmento acodado (7) formando un ángulo con la tobera de adición (4) o bien acodado hacia abajo, siendo el ángulo α entre el segmento superior (8) de la resbaladera de material (5) y el segmento acodado (7) en particular de entre 60 y 140°, preferentemente de entre 90 y 100°.
- 10 11.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que el eje central de la tobera de adición (4) forma con el eje central del segmento acodado (7) un ángulo agudo ε de preferentemente entre 20 y 55°, en particular de entre 30 y 40°.
- 12.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado por que el eje central del segmento acodado (7) converge en un ángulo ζ respecto a la vertical de entre 0 y 45°, en particular de entre 15 y 25°,
y/o
- 15 por que el eje central del segmento acodado (7) y el eje central de la tobera de adición (4) definen o forman un plano (9) orientado normalmente en vertical, que divide el reactor de cristalización (1) en dos subáreas de básicamente el mismo tamaño, estando previsto preferentemente que el medio de transporte (3) o bien el eje central del tornillo sinfín vertical de transporte (3) esté situado también en este plano (9).
- 20 13.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 12, caracterizado por que la tobera de adición (4) se ensancha en forma de abanico por su extremo cercano al reactor de cristalización (1),
y/o
- 25 por que en la parte inferior de deslizamiento de la tobera de adición (4) está constituida una serie de acanaladuras (17) rectas profundizadas, aumentando preferentemente la altura o profundidad y/o la anchura de las acanaladuras (17) a favor de la corriente o en el sentido de flujo.
- 14.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 13, caracterizado por que en el tornillo sinfín vertical de transporte (3) está previsto otro orificio de descarga (10) para la extracción, estando situado este orificio de descarga (10) más abajo o como máximo a la misma altura que el orificio (11) al que está conectada la resbaladera de material (5).
- 30 15.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 14, caracterizado por que está previsto un dispositivo de mando mediante el que se puede regular la cantidad de material polímero semicristalino que se desvía a la resbaladera de material (5) y/o la cantidad del material polímero semicristalino que se extrae a través del orificio de descarga (10),
y/o
- 35 por que al medio de transporte (3) o bien al orificio de descarga (10) está conectado, por ejemplo mediante un tornillo sinfín de transporte, un recipiente 6 para recoger y/o procesar posteriormente el material polímero semicristalino,
y/o
- 40 por que antes del reactor de cristalización (1) o bien antes de la tobera de adición (4) está dispuesta una centrifugadora (12) para extraer la humedad superficial y las posibles partículas finas, con la que el material polímero en bruto se introduce a una velocidad más elevada, preferentemente tangencialmente, en la tobera de adición (4).