

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 669**

51 Int. Cl.:

**B01J 19/00** (2006.01)

**B01J 4/00** (2006.01)

**B01J 19/24** (2006.01)

**C08G 69/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2013** **E 13157020 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017** **EP 2772305**

54 Título: **Dispositivo de polimerización y procedimiento para la producción de polímeros termoplásticos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.02.2018**

73 Titular/es:  
**UHDE INVENTA-FISCHER GMBH (100.0%)**  
**Holzhauser Strasse 157-159**  
**13509 Berlin, DE**

72 Inventor/es:  
**SIEBECKE, EKKEHARD;**  
**BÄR, MIRKO y**  
**KÖNIGSMANN, BERND**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 652 669 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**

Dispositivo de polimerización y procedimiento para la producción de polímeros termoplásticos

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de polimerización para la producción de masas fundidas de polímeros termoplásticos, en el que el calor del producto descargado se recupera y puede emplearse para precalentar las materias primas que pueden emplearse. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento correspondiente para la producción de polímeros termoplásticos.

Por el estado de la técnica se conoce efectuar el enfriamiento de masas fundidas poliméricas para provocar un aumento de la viscosidad relativa. Para ello se extrae por medio de un refrigerado de aire el calor de la masa fundida poliméricas y se emite al entorno. El calor irradiado se pierde por lo tanto sin ser aprovechado.

10 Por el documento EP2764912 A1 se conoce un dispositivo para la polimerización de poliamidas en el que un reactor de prepolimerización está conectado con elementos intercambiadores de calor a través de una tubería con elemento intercambiador de calor con un reactor en forma de un tubo VK. Estos elementos intercambiadores de calor pueden ser atravesados con un fluido portador térmico y conectarse en serie. Un objetivo es el desarrollo de una solución constructiva para la recirculación de las cantidades de calor desde el refrigerador de masa fundida del reactor de polimerización al proceso de polimerización. A este respecto, se evitará un intercambiador de calor separado, la temperatura se encontrará permanentemente de forma segura por debajo de la temperatura de alimentación del aceite portador térmico con respecto al refrigerador de masa fundida en el reactor de polimerización.

15 Este objetivo se consigue con respecto a un dispositivo de polimerización con las características de la reivindicación de patente 1, con respecto a un procedimiento para la producción de polímeros termoplásticos mediante las características de la reivindicación de patente 17. Las reivindicaciones dependientes respectivas representan a este respecto un perfeccionamiento ventajoso.

De acuerdo con la invención se facilita por lo tanto un dispositivo de polimerización, que comprende

- a) al menos un reactor de polimerización realizado en una o varias etapas (1),
- 25 b) conectado aguas arriba del al menos un reactor de polimerización (1) al menos un recipiente de mezclado (3), así como
- c) al menos una tubería (2), que conecta una salida (3b) del al menos un recipiente de mezclado (3) con una entrada (1a) del al menos un reactor de polimerización,

30 en el que el al menos un reactor de polimerización (1), el al menos un recipiente de mezclado (3) y la al menos una tubería (2) comprenden en cada caso al menos un elemento intercambiador de calor (1c, 2c, 3c), en el que el al menos un elemento intercambiador de calor (1c) del al menos un reactor de polimerización, el al menos un elemento intercambiador de calor (2c) de la tubería (2) y el al menos un elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3) pueden atravesarse por un fluido intercambiador de calor y están conectados en serie.

35 En el caso del dispositivo de polimerización de acuerdo con la invención está previsto por lo tanto que cada uno de los constituyentes esenciales, es decir el reactor de polimerización, el recipiente de mezclado así como la tubería, que conecta el recipiente de mezclado con el reactor de polimerización, comprenda un elemento intercambiador de calor. A este respecto, los elementos intercambiadores de calor individuales están conectados en serie y pueden atravesarse por un fluido intercambiador de calor. En particular, a este respecto, el fluido intercambiador de calor atraviesa los elementos intercambiadores de calor individuales en la dirección que sale del reactor de polimerización a través de la tubería hacia el elemento intercambiador de calor del recipiente de mezclado.

40 Con esta cascada de elementos intercambiadores de calor, es posible una recuperación de la energía térmica de la masa fundida polimérica que se produce en el reactor de polimerización como producto. A través del fluido intercambiador de calor puede extraerse la energía térmica de la masa fundida polimérica producida en el reactor de polimerización y transferirse a las sustancias que van a suministrarse al reactor de polimerización.

45 En el recipiente de mezclado puede realizarse por ejemplo un recipiente de los monómeros y oligómeros, a partir de los que se producirá el polímero termoplástico en el reactor de polimerización. En el recipiente de mezclado pueden añadirse al mismo tiempo otras sustancias tales como, por ejemplo, aditivos, catalizadores, etc. a los monómeros u oligómeros.

50 Estos eductos se suministran a través de la tubería al reactor de polimerización. Mediante la recuperación de la energía térmica que está contenida en los materiales poliméricos fundidos, a través del fluido intercambiador de calor, puede tener lugar ya por lo tanto un calentamiento parcial de los materiales de educto en el recorrido al reactor de polimerización.

La ventaja está en el ahorro de costes y lugar de instalación en comparación con soluciones con intercambiadores de calor separados. El calor del reactor de polimerización se suministra por completo de nuevo al proceso, no es necesario ningún equipo adicional, las tuberías para caprolactama nueva están dotadas, según estándar, con una

5 doble camisa, que es adecuada también para el caldeo con aceite portador térmico. La tendencia al ensuciamiento de esta invención es menor que en la mayoría de los tipos de intercambiadores de calor habituales. El rendimiento del calentamiento en el tubo doble es relativamente alto, dado que se alcanzan altas velocidades de flujo en el tubo interior y en la camisa. La temperatura del aceite portador térmico puede reducirse de forma segura por debajo del valor necesario para el enfriamiento del polímero, de modo que con una sencilla regulación de alimentación/sangrado, puede ajustarse la temperatura necesaria del aceite portador térmico.

Los elementos intercambiadores de calor, que están realizados en los constituyentes esenciales mencionados anteriormente del dispositivo de polimerización, pueden estar formados a este respecto de cualquier manera. En particular, se emplean por ejemplo elementos intercambiadores de calor conocidos por el estado de la técnica.

10 De acuerdo con formas de realización preferidas de la invención está previsto que el elemento intercambiador de calor (2c) de la tubería (2) esté realizado mediante una estructura de tubo de doble pared (tubo con doble camisa) de la tubería (2).

En particular es ventajoso cuando el recipiente de mezclado (3) presenta una camisa que representa el elemento intercambiador de calor (3c).

15 Además, el fluido intercambiador de calor puede conducirse en un circuito cerrado. Para ello está previsto por ejemplo que el elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3) esté conectado a través de una tubería (31) con el elemento intercambiador de calor (1c) del reactor de polimerización (1).

20 Además es posible que ya se atempere el suministro de los eductos al recipiente de mezclado. Esto puede realizarse por ejemplo por que el recipiente de mezclado (3) presenta al menos una entrada (3a) que se abastece con una tubería (4), que presenta al menos un elemento intercambiador de calor (4c).

También en este caso se prefiere cuando el elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería, con la que pueden suministrarse los eductos al recipiente de mezclado, presenta una estructura de doble camisa.

25 A este respecto puede estar previsto además que el al menos un elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4) esté conectado en serie con el elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3), es decir que por ejemplo el fluido intercambiador de calor, tras pasar por el recipiente de mezclado, se alimente en el elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4).

30 Una forma de realización adicional prevé que el fluido intercambiador de calor tal como se describe anteriormente, se conduce en circuito, estando previsto adicionalmente que el elemento intercambiador de calor (4c) esté conectado a la conducción de alimentación (4) para el recipiente de mezclado en este circuito. Esto puede tener lugar por ejemplo por que el elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3) está conectado a través de una válvula de tres vías (31a) con la tubería (31) y el elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4). Como alternativa, en lugar de la válvula de tres vías, pueden estar previstos también dos válvulas de dos vías u otro dispositivo de válvula adecuado para controlar las corrientes parciales.

35 También el retorno de fluido intercambiador de calor alimentado en el elemento intercambiador de calor (4c) de la conducción de alimentación (4) para el recipiente de mezclado (3) puede recircularse al circuito. Para ello puede estar previsto que el elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4) esté conectado a través de una tubería (431) con la tubería (31).

40 De acuerdo con las formas de realización descritas anteriormente, se generan por lo tanto dos circuitos para el fluido intercambiador de calor, que pueden acoplarse entre sí: un primer circuito conduce el fluido intercambiador de calor desde el recipiente de mezclado de vuelta al reactor de polimerización, el segundo circuito conduce el fluido intercambiador de calor a través de la conducción de alimentación para el recipiente de mezclado. Ambos circuitos pueden reunirse de nuevo, de modo que las dos corrientes de fluido intercambiador de calor, la corriente alimentada en la conducción de recirculación al reactor de polimerización así como la corriente de fluido intercambiador de calor conducida a través de la conducción de alimentación para el recipiente de mezclado, pueden conducirse a través de un ramal común de vuelta al reactor de polimerización.

45 A través de la válvula de tres vías, puede efectuarse por ejemplo una división de las corrientes de fluido intercambiador de calor. Esto puede tener lugar en particular de manera controlada en temperatura, para ello puede estar previsto que en la conducción de unión (la tubería, que conduce el fluido intercambiador de calor desde la conducción de alimentación al recipiente de mezclado de vuelta a la conducción de unión entre recipiente de mezclado y reactor de polimerización) comprende un sensor de temperatura. El sensor de temperatura puede estar realizado para controlar la válvula de tres vías descrita anteriormente.

50 Así mismo es ventajoso cuando la tubería (31) comprende al menos una bomba (5) para el transporte del fluido intercambiador de calor.

55 Para atemperar el fluido intercambiador de calor conducido en el circuito puede estar previsto además que la tubería, que conecta el elemento intercambiador de calor del recipiente de mezclado con el elemento intercambiador

- de calor del reactor de polimerización, presenta al menos una alimentación y al menos una descarga. A través de la descarga, puede extraerse de la tubería fluido intercambiador de calor, a través de la descarga de la tubería en especial suministrarse fluido intercambiador de calor atemperado. La temperatura así como la cantidad del fluido intercambiador de calor suministrado pueden ajustarse de manera definida, de modo que después de la alimentación está presente una corriente de fluido intercambiador de calor atemperada de manera definida y puede suministrarse adicionalmente al elemento intercambiador de calor del reactor de polimerización. Preferentemente, a este respecto, la descarga está dispuesta más aguas abajo en la dirección de flujo de la tubería, en comparación con la alimentación.
- 5
- Se prefiere además cuando la tubería (31) y/o el dispositivo de polimerización presenta al menos un sensor de temperatura (TC) para la determinación de la temperatura del fluido intercambiador de calor en la tubería (31) y/o del contenido del reactor de polimerización (1).
- 10
- A través del sensor o de los sensores de temperatura, puede regularse por ejemplo la cantidad o la temperatura de la corriente de fluido intercambiador de calor suministrada a través de la alimentación y por lo tanto puede ajustarse finalmente la temperatura de la masa fundida polimérica que se descarga del reactor de polimerización. Además de esto, puede ajustarse así mismo la cantidad de la energía térmica recuperada.
- 15
- En particular es ventajoso en este sentido cuando la alimentación (6) y/o la descarga (7) comprende una válvula de control (6a) a través de la que puede regularse la cantidad del fluido portador térmico suministrado a través de la alimentación (6) en la tubería (31) y/o la cantidad del fluido portador térmico evacuado a través de la descarga (7) desde la tubería (31).
- 20
- En particular, la válvula de control (6a) se regula mediante el al menos un sensor de temperatura (TC).
- La tubería, que conduce eductos al recipiente de mezclado, puede abastecerse así mismo a través de un suministro atemperado.
- La invención se refiere así mismo a un procedimiento para la producción de polímeros termoplásticos mediante polimerización o policondensación, preferentemente de poliamidas, en particular poliamida 6 o copoliamidas, que contienen unidades de poliamida 6 con un dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que
- 25
- a) se introduce material que va a polimerizarse o policondensarse en un recipiente de mezclado (3) y dado el caso se mezcla con sustancias que van a añadirse adicionales,
  - b) se suministra el material o la mezcla de materiales a través de la tubería (2) al dispositivo de polimerización (1) y allí se polimeriza o policondensa para dar el polímero termoplástico,
  - c) el polímero termoplástico se enfría a través del elemento intercambiador de calor (1c), calentándose el medio intercambiador de calor conducido en el elemento intercambiador de calor (1c), y
  - d) y posteriormente se descarga como masa fundida desde el reactor de polimerización (1) a través de la salida (1b),
- 30
- 35
- conduciéndose el fluido intercambiador de calor conducido en el elemento intercambiador de calor (1c) a través del elemento intercambiador de calor (2c) de la tubería (2) y posteriormente a través del elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3), atemperándose, en particular calentándose, el material o la mezcla de materiales conducido o incluido en la tubería (2) y el recipiente de mezclado (3).
- 40
- En particular, en el procedimiento de acuerdo con la invención es ventajoso cuando el fluido intercambiador de calor en el elemento intercambiador de calor (2c) de la tubería (2) se conduce en contracorriente al sentido de flujo del material o de la mezcla de materiales. El fluido intercambiador de calor puede, después de atravesar el elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3)
- a) alimentarse en una tubería (31) y suministrarse al elemento intercambiador de calor (1c) y de esta manera conducirse en el circuito, y/o
  - b) alimentarse en el elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4) y en contracorriente al material conducido en la tubería (4).
- 45
- Preferentemente puede estar previsto así mismo que la alimentación del fluido intercambiador de calor a la tubería (31) y/o en el elemento intercambiador de calor (4c) tenga lugar a través de la válvula de tres vías (31a), teniendo lugar el control de la distribución de volumen de la fracción del fluido intercambiador de calor alimentada en la tubería (31) y/o el elemento intercambiador de calor (4c) de manera regulada en temperatura a través de un sensor de temperatura (TC).
- 50
- En particular, en el procedimiento de acuerdo con la invención se prefiere cuando se extrae fluido intercambiador de calor caliente de la tubería (31) a través de la salida (7) y se suministra fluido intercambiador de calor frío a través

del suministro (6), controlándose la cantidad del fluido intercambiador de calor evacuado o suministrado preferentemente a través de una válvula de regulación (6a), controlándose la válvula de regulación (6a) en particular a través de una regulación de temperatura (TC).

5 La presente invención se explica en detalle por medio de la siguiente figura, sin limitar la figura sin embargo a la forma de realización representada en especial.

10 La polimerización de caprolactama para dar poliamida 6 (también en la polimerización de poliamida 6 con copolímeros) tiene lugar en un proceso de una o varias etapas. La última etapa de proceso es el enfriamiento de la masa fundida de poliamida para aumentar la viscosidad relativa. Por motivos de ahorro de energía, la energía que se extrae de la masa fundida polimérica en el último reactor, se aprovecha para precalentar el material bruto de la polimerización. De este modo se recupera por completo esta energía.

15 Por regla general, el enfriamiento de la masa fundida de la poliamida se lleva a cabo por medio de un aceite portador térmico. Este se regula en función de la temperatura de masa fundida deseada en la salida del reactor de polimerización a una temperatura constante en la alimentación hacia el refrigerador de la masa fundida. El aceite portador térmico se envía en la corriente de salida del refrigerador de masa fundida a una parte de la instalación donde se usa el calor (como alternativa a un refrigerador de aire), para calentar otro medio. Después, el aceite portador térmico, que presenta una temperatura por debajo de la temperatura necesaria para el enfriamiento de la masa fundida, se lleva mediante adición de aceite portador térmico primario caliente de nuevo hasta la temperatura necesaria. La temperatura del aceite portador térmico se encuentra por regla general entre 260 °C en la salida del refrigerador de masa fundida y 230 °C en la alimentación del refrigerador de masa fundida.

20 El calor procedente del aceite portador térmico se aprovecha, por regla general, a través de un intercambiador de calor separado para calentar el material bruto caprolactama o la mezcla de los distintos materiales brutos (caprolactama + agua + aditivos + extractos [opcional]). El calentamiento de caprolactama con aceite portador térmico en un intercambiador de calor separado es problemático. El uso de un intercambiador de calor de haz de tubos no es recomendable dado que mediante polimerización de la caprolactama se obstruyen los tubos individuales y tras tiempos de servicio más largos solo son generales aún algunos tubos intercambiadores de calor. Con frecuencia ya no se alcanza el rendimiento de intercambiador de calor necesario. Aparecen problemas similares en el caso del uso de intercambiadores de calor de placas y otras formas convencionales de intercambiadores de calor. En la práctica se ha introducido la forma del intercambiador de calor de doble tubo, fluyendo la caprolactama en el tubo interior y conduciéndose el tubo portador térmico en el tubo de camisa en contracorriente.

30 Una alternativa para el aprovechamiento térmico en un intercambiador de calor separado, que se empleó ya con frecuencia, es el calentamiento de la camisa calefactora de un recipiente de mezclado conectado aguas arriba de la polimerización. En este recipiente se mezclan y se calientan los materiales brutos de la poliamida. La temperatura de servicio en este recipiente de mezclado se encuentra por debajo de la temperatura del aceite portador térmico después de refrigerador de masa fundida. De este modo puede emitirse el calor a este recipiente.

35 Esta solución es suficiente para instalaciones de polimerización con pequeña capacidad, pero causa problemas en tamaños de instalación superiores a 100 t/días, dado que la superficie de intercambiador de calor de la camisa calefactora no es suficiente para evacuar la cantidad de calor completa.

40 En la Figura 1 está representado un dispositivo de polimerización de acuerdo con la invención que comprende un reactor de polimerización 1, un recipiente de mezclado 3 así como la tubería 2 que conecta el reactor de polimerización 1 y el recipiente de mezclado 3. El recipiente de mezclado dispone de una entrada 3a, con la que puede alimentarse material monomérico, por ejemplo  $\epsilon$ -caprolactama al recipiente de mezclado 3. Además, a través de una alimentación 3a' adicional puede alimentarse material adicional, por ejemplo agua, catalizadores, aditivos o extractos al recipiente de mezclado. El recipiente de mezclado puede comprender por ejemplo dispositivos mecánicos para el mezclado o combinación de los materiales alimentados, por ejemplo equipos de agitación etc. La mezcla generada en el recipiente de mezclado 3 puede alimentarse a través de la salida 3b del recipiente de mezclado 3 en una tubería 2 y allí alimentarse al reactor de polimerización 1. El reactor de polimerización 1 puede estar diseñado en una sola etapa o en varias etapas, por ejemplo en dos etapas. En el caso de un diseño en dos etapas, el reactor de polimerización 1 puede comprender a este respecto por ejemplo una etapa de prepolimerización así como una etapa de postcondensación. En el reactor de polimerización se polimeriza la mezcla suministrada desde el recipiente de mezclado 3. La mezcla se suministra al reactor de polimerización 1 a través de la entrada 1a. El producto acabado, es decir la masa fundida de un polímero termoplástico, por ejemplo una masa fundida de poliamida-6, se extrae del reactor de polimerización 1 a través de la salida 1b. Para la presente invención es esencial ahora que tanto el reactor de polimerización 1, la tubería 2 como el recipiente de mezclado 3 presenten elementos intercambiadores de calor 1c, 2c o 3c. El elemento intercambiador de calor 1c del reactor de polimerización 1 puede estar diseñado a este respecto por ejemplo como intercambiador de calor tubular, que está diseñado en particular en la zona de salida del reactor de polimerización, es decir en las proximidades de la salida 1b. Una zona de este tipo del reactor de polimerización 1 puede denominarse zona de refrigeración de polímero. El elemento intercambiador de calor 2c de la tubería 2 está diseñado en particular mediante una estructura de doble camisa del tubo 2, a este respecto la verdadera tubería 2, con la que puede conducirse la mezcla desde el recipiente de mezclado 3 al reactor de polimerización 1, la tubería interior. El elemento intercambiador de calor 2c forma por lo

tanto una envoltura de la tubería 2. El elemento intercambiador de calor 3c del recipiente de mezclado está realizado en particular como envoltura o pared doble del recipiente de mezclado 3. Todos los elementos intercambiadores de calor 1c, 2c y 3c se encuentran a este respecto en comunicación fluida y pueden atravesarse por un fluido intercambiadores de calor sucesivos, es decir uno tras otro. Preferentemente, el fluido intercambiador de calor se conduce a este respecto contra el sentido de flujo de los materiales de producto, es decir desde el elemento intercambiador de calor 1c del reactor de polimerización 1 a través del elemento intercambiador de calor 2c de la tubería 2 hacia el elemento intercambiador de calor 3c del recipiente de mezclado 3. Con este dispositivo puede extraerse energía térmica de la masa fundida polimérica acabada antes de la descarga desde el reactor de polimerización 1 e introducirse en los materiales de educto que se suministran a través de la tubería 2 desde el recipiente de mezclado 3, al reactor de polimerización 1. Por lo tanto, puede efectuarse una recuperación de la energía térmica sin un gran coste de aparatos.

De acuerdo con la realización de acuerdo con la Figura 1, el fluido intercambiador de calor se conduce en el circuito. Para ello está prevista una tubería 31 con la que el fluido intercambiador de calor puede recircularse después de atravesar el elemento intercambiador de calor 3c del recipiente de mezclado 3 en el elemento intercambiador de calor 1c del reactor de polimerización 1. Para el transporte del fluido intercambiador de calor está prevista una bomba 5 en la tubería 31.

Otra posibilidad prevé que ya la tubería 4, con la que se suministran materiales de educto, por ejemplo  $\epsilon$ -caprolactama al recipiente de mezclado 3, esté dotada de un intercambiador de calor 4c. Este elemento intercambiador de calor 4c puede estar configurado así mismo como estructura tubular de doble camisa de la tubería 4, conduciéndose los materiales de educto a su vez en la tubería interior y el fluido intercambiador de calor en la envoltura de esta tubería 4. El fluido intercambiador de calor se conduce en el elemento intercambiador de calor 4c de la tubería 4 así mismo en contracorriente a los monómeros conducidos en la tubería 4. A este respecto, el elemento intercambiador de calor 4c de la tubería 4 está conectado aguas abajo del elemento intercambiador de calor 3c del recipiente de mezclado 3.

El elemento intercambiador de calor 4c puede estar agregado al circuito 31 del fluido intercambiador de calor. Para ello puede estar prevista por ejemplo una válvula de tres vías 31a, con la que puede controlarse una distribución de la corriente de fluido intercambiador de calor en el circuito 31 o el intercambiador de calor 4c de la tubería 4. Para la recirculación del fluido intercambiador de calor desde el elemento intercambiador de calor 4c de la tubería 4 en el circuito 31 puede estar prevista una tubería 431 adicional. Para controlar la distribución del fluido intercambiador de calor en el circuito 31 o del elemento intercambiador de calor 4c por medio de la válvula de tres vías 31a, puede incorporarse así mismo un sensor de temperatura TC en la tubería 431. Por lo tanto, es posible un atemperado preciso de los materiales de educto ya en la tubería 4, alimentándose a través de la válvula de tres vías una cantidad predefinida de fluido portador térmico en la tubería 4.

La tubería 4 puede abastecerse por su parte a través de un suministro 8 adicional, que puede presentar así mismo una envoltura atemperable. Para ello está prevista una entrada 8a así como una evacuación 8b de un fluido que va a atemperarse, por ejemplo agua caliente. Los materiales de educto, por ejemplo  $\epsilon$ -caprolactama se alimentan a través de un suministro 81 en la tubería 8.

Así mismo, el circuito 31 puede disponer de una descarga 7 así como una alimentación 6 para el fluido intercambiador de calor, que se conduce en el circuito 31. La alimentación 6 puede regularse por ejemplo a través de una válvula controlable 6a. El fluido portador térmico suministrado a través de la alimentación 6 al circuito 31 puede atemperarse previamente a una temperatura determinada. Por medio de uno o varios sensores de temperatura TC adicionales, puede determinarse por ejemplo la temperatura de la masa fundida polimérica termoplástica descargada o del fluido portador térmico en el circuito 31 antes de la entrada en el elemento intercambiador de calor 1c del reactor de polimerización 1, además, la válvula 6a y por lo tanto puede regularse la cantidad o la temperatura del fluido portador térmico suministrado y por lo tanto puede ajustarse la temperatura con la que el fluido intercambiador de calor atraviesa el elemento intercambiador de calor 1c.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de polimerización, que comprende
- 5 a) al menos un reactor de polimerización realizado en una o varias etapas (1),  
 b) conectado aguas arriba del al menos un reactor de polimerización (1) al menos un recipiente de mezclado (3),  
 así como  
 c) al menos una tubería (2), que conecta una salida (3b) del al menos un recipiente de mezclado (3) con una  
 entrada (1a) del al menos un reactor de polimerización,
- 10 **caracterizado porque** el al menos un reactor de polimerización (1), el al menos un recipiente de mezclado (3) y la al  
 menos una tubería (2) comprenden en cada caso al menos un elemento intercambiador de calor (1c, 2c, 3c), en el  
 que el al menos un elemento intercambiador de calor (1c) del al menos un reactor de polimerización, el al menos un  
 elemento intercambiador de calor (2c) de la tubería (2) y el al menos un elemento intercambiador de calor (3c) del  
 recipiente de mezclado (3) pueden atravesarse por un fluido intercambiador de calor y están conectados en serie.
- 15 2. Dispositivo de polimerización de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el elemento  
 intercambiador de calor (2c) de la tubería (2) está realizado mediante una estructura de tubo de doble pared de la  
 tubería (2).
3. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el  
 recipiente de mezclado (3) presenta una camisa que representa el elemento intercambiador de calor (3c).
- 20 4. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el  
 fluido intercambiador de calor es conducido en un circuito al estar conectado el elemento intercambiador de calor  
 (3c) del recipiente de mezclado (3) a través de una tubería (31) con el elemento intercambiador de calor (1c) del  
 reactor de polimerización (1).
- 25 5. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el  
 recipiente de mezclado (3) presenta al menos una entrada (3a) que está provista de una tubería (4), que presenta al  
 menos un elemento intercambiador de calor (4c).
6. Dispositivo de polimerización de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el elemento  
 intercambiador de calor (4c) de la tubería (4) está realizado mediante una estructura de tubo de doble pared de la  
 tubería (4).
- 30 7. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al  
 menos un elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4) está conectado en serie al elemento  
 intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3).
8. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** el  
 elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3) está conectado a través de una válvula de tres  
 vías (31a) o dos válvulas de dos vías a la tubería (31) y al elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4).
- 35 9. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado porque** el  
 elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4) está conectado a través de una tubería (431) a la tubería  
 (31).
10. Dispositivo de polimerización de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la tubería (431)  
 comprende un sensor de temperatura (TC), que sirve para el control de la válvula de tres vías (31a).
- 40 11. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizado porque** la  
 tubería (31) comprende al menos una bomba (5) para el transporte del fluido intercambiador de calor.
12. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 11, **caracterizado porque** la  
 tubería (31) presenta al menos una alimentación (6) y al menos una descarga (7) para un fluido intercambiador de  
 calor.
- 45 13. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 12, **caracterizado porque** la  
 tubería (31) y/o el dispositivo de polimerización dispone de al menos un sensor de temperatura (TC) para la  
 determinación de la temperatura del fluido intercambiador de calor en la tubería (31) y/o del contenido del reactor de  
 polimerización (1).
- 50 14. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 13, **caracterizado porque** la  
 alimentación (6) y/o la descarga (7) comprenden una válvula de control (6a), a través de la que puede regularse la  
 cantidad de fluido portador térmico alimentado a través de la alimentación (6) en la tubería (31) y/o la cantidad del  
 fluido portador térmico evacuado a través de la descarga (7) desde la tubería (31).

15. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la válvula de control (6a) es regulada mediante el al menos un sensor de temperatura (TC).
16. Dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 15, **caracterizado porque** la tubería (4) se abastece a través de un suministro atemperado (8).
- 5 17. Procedimiento para la producción de polímeros termoplásticos mediante polimerización o policondensación, preferentemente de poliamidas, en particular poliamida 6 o copoliamidas, que contienen unidades de poliamida 6 con un dispositivo de polimerización de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que
- 10 a) se introduce material que va a polimerizarse o policondensarse en un recipiente de mezclado (3) y dado el caso se mezcla con sustancias adicionales que van a añadirse,  
b) el material o la mezcla de materiales se alimenta a través de la tubería (2) al dispositivo de polimerización (1) y allí se polimeriza o policondensa para dar el polímero termoplástico,  
c) el polímero termoplástico se enfría a través del elemento intercambiador de calor (1c), calentándose el medio intercambiador de calor conducido en el elemento intercambiador de calor (1c), y  
15 d) posteriormente se descarga como masa fundida desde el reactor de polimerización (1) a través de la salida (1b),  
conduciéndose el fluido intercambiador de calor calentado en el elemento intercambiador de calor (1c) a través del elemento intercambiador de calor (2c) de la tubería (2) y posteriormente a través del elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3), atemperándose, en particular calentándose, el material o la mezcla de materiales conducido o incluidos en la tubería (2) y el recipiente de mezclado (3).
- 20 18. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el fluido intercambiador de calor en el elemento intercambiador de calor (2c) de la tubería (2) se conduce en contracorriente al sentido de flujo del material o de la mezcla de materiales.
- 25 19. Procedimiento de acuerdo con una de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el fluido intercambiador de calor después de atravesar el elemento intercambiador de calor (3c) del recipiente de mezclado (3)
- a) se alimenta en una tubería (31) y suministra al elemento intercambiador de calor (1c) y con ello se conduce en el circuito, y/o  
b) se alimenta en el elemento intercambiador de calor (4c) de la tubería (4) y se conduce en contracorriente al material conducido en la tubería (4).
- 30 20. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la alimentación del fluido intercambiador de calor a la tubería (31) y/o en el elemento intercambiador de calor (4c) tiene lugar a través de la válvula de tres vías (31a), teniendo lugar el control de la distribución de volumen de la fracción del fluido intercambiador de calor alimentada en la tubería (31) y/o el elemento intercambiador de calor (4c) de manera regulada en temperatura a través de un sensor de temperatura (TC).
- 35 21. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 17 a 20, **caracterizado porque** se extrae fluido intercambiador de calor caliente de la tubería (31) a través de la salida (7) y se suministra fluido intercambiador de calor frío a través del suministro (6), controlándose la cantidad del fluido intercambiador de calor evacuado o suministrado preferentemente a través de una válvula de regulación (6a), controlándose la válvula de regulación (6a) en particular a través de una regulación de temperatura (TC).

40

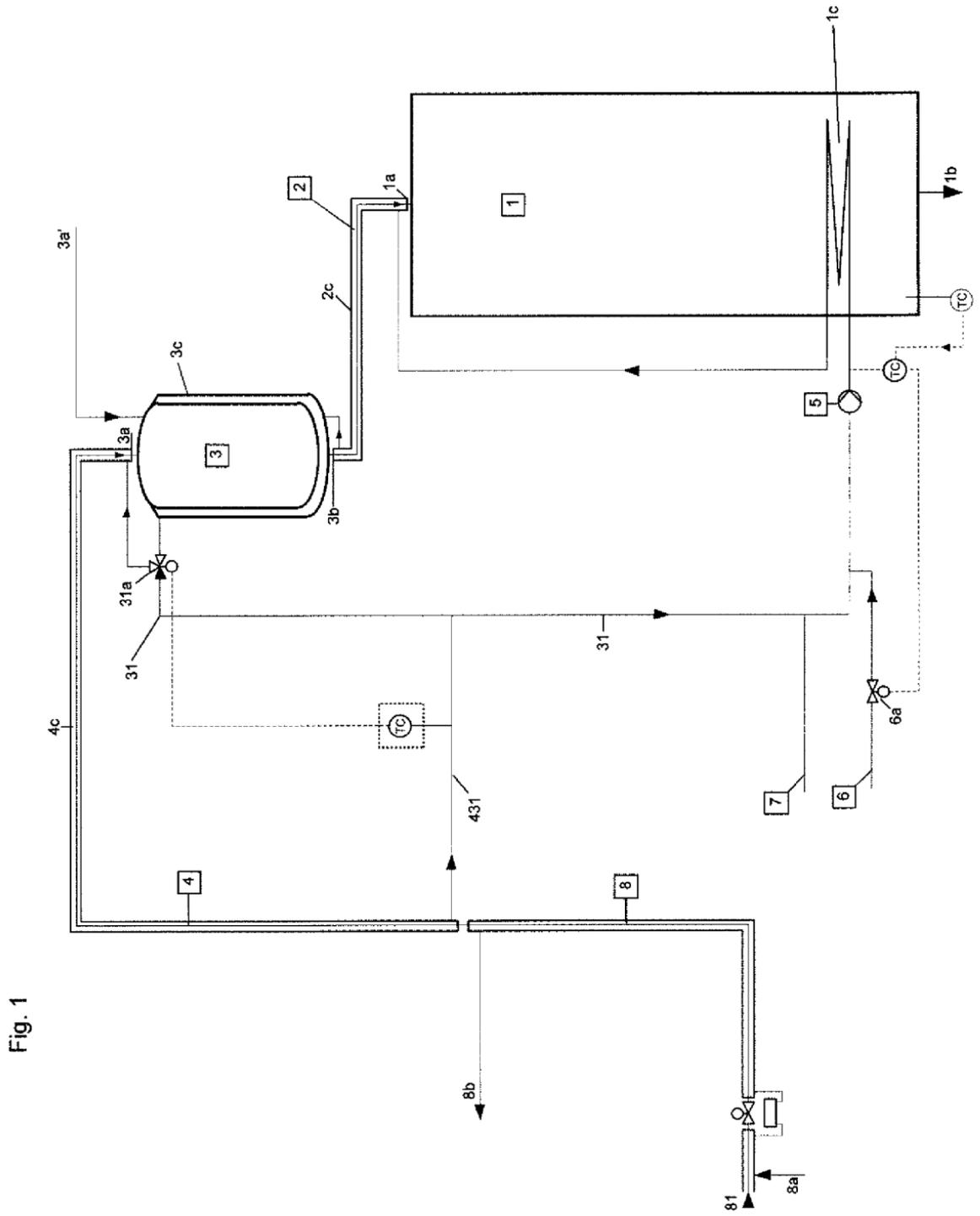


Fig. 1