



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 283 152**

51 Int. Cl.:

B29B 13/02 (2006.01)

B29B 17/00 (2006.01)

B29B 9/06 (2006.01)

C08G 63/80 (2006.01)

C08J 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **99973667 .1**

86 Fecha de presentación : **03.12.1999**

87 Número de publicación de la solicitud: **1156914**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.11.2001**

54

Título: **Procedimiento para la recuperación de material de plástico.**

30

Prioridad: **04.02.1999 US 244630**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.10.2007

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.10.2007

73

Titular/es: **Bühler AG.**
Bühler AG. Patentabteilung
9240 Uzwil, CH

72

Inventor/es: **Borer, Camille y**
Culbert, Brent-Allen

74

Agente: **Isern Jara, Nuria**

ES 2 283 152 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 para la recuperación de material de plástico.

5 Ámbito de la invención

Esta invención se refiere a un procedimiento de regeneración y recuperación de material de plástico usado y limpiado, en particular material de poliéster, tal como el polietileno tereftalato. Más particularmente, la invención se refiere a un procedimiento en donde el material de plástico usado y particularmente el polietileno tereftalato, es recuperado para material de un grado de calidad para fabricar botellas. Cuando se regenera, el limpiado debe hacerse antes o dentro del armazón del presente procedimiento. Más específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento para la recuperación de material plástico usado y limpiado para ser regenerado, el cual procedimiento comprende los pasos de extrusión continua del material de plástico usado para proporcionar cadenas estiradas, cortando continuamente dichas cadenas para convertirlas en gránulos y alimentando con estos gránulos un cristalizador.

15 Antecedentes de la invención

Las patentes U.S. nº 5.225.130 ó WO 98/40194 describen el procedimiento en cuestión. Típicamente, este conocido procedimiento, en particular el del documento WO, proporciona la fusión y el cortado del material plástico limpiado y clasificado, operaciones que pueden efectuarse en una extrusionadora seguidas por, y en cooperación con, una extrusionadora. La extrusión es un paso continuo típico. Después de este paso continuo, sin embargo, ambos documentos sugieren la cristalización y condensación del material en un aparato volteador o dispositivo similar al vacío y en estado sólido.

25 El procedimiento hasta ahora conocido tiene una serie de desventajas. Es sabido que los volteadores se proveen a menudo de un dispositivo para practicar el vacío, de forma que estos volteadores son el dispositivo obvio para llevar a cabo el procedimiento. Sin embargo, una condición previa es que se efectúe un buen sellado, debido a que cualquier vacío aspira aire del ambiente, especialmente si el sellado empleado está desgastado o dañado. En este caso, el oxígeno del aire puede afectar la calidad del producto final regenerado.

30 Además los volteadores pueden operarse solamente a base de partidas discontinuas. Esto conduce a la necesidad de una instalación de almacenamiento intermedio lo cual implica unos costes de inversión adicionales y la necesidad de un espacio adicional. Además, la capacidad de producción de los volteadores y dispositivos similares que operan con partidas discontinuas es muy limitada de forma que impide la regeneración de grandes cantidades de material de plástico. Dado que sin embargo, el material de plástico, como p. ej., el PET, es de un uso cada vez mayor, existe una necesidad de regenerar grandes cantidades lo cual no puede hacerse con el equipo por partidas discontinuas existente. Todos estos inconvenientes, es decir, el almacenamiento intermedio y unas cantidades relativamente pequeñas manipuladas con una inversión necesariamente alta, dan como resultado un coste de regeneración relativamente alto.

40 Otro problema con el PET u otro material plástico que deba reciclarse es que puede contaminarse con algunos productos químicos que migran dentro del mismo durante su primera utilización. Un ejemplo típico de dichos productos químicos son compuestos aromáticos o saborizantes que proceden de bebidas u otros líquidos en dichas botellas. Otros ejemplos son ácidos, jabones y similares, que contaminan el material PET después de su empleo habitual. Los adhesivos de las etiquetas tienen también que eliminarse. La técnica anterior prestaba poca o ninguna atención a estos factores que eran importantes cuando se pretende que el material regenerado tenga un grado de calidad que lo haga apto para la fabricación de botellas.

A este respecto, hay que hacer referencia a la publicación de la patente alemana nº 198 54 689.

50 La patente U.S. nº 3.544.525 describe un procedimiento e instalación para cristalización, secado y polimerización en estado sólido de poliésteres. Un extrusionado de poliéster se enfría, granula, deshidrata y los gránulos de poliéster se transfieren a continuación a la cámara de cristalización que es una columna vacía que define un espacio interior cilíndrico en el cual tiene lugar la cristalización de los gránulos. Una tubería central que se extiende verticalmente a lo largo del eje del espacio interior del cilindro, forma un rebosadero/salida para este espacio interior, definido por la columna. En funcionamiento, tanto los gránulos que hay que cristalizar como el aire fluidizante se introducen dentro del espacio interior. La velocidad del aire es lo bastante grande para fluidizar los gránulos en el espacio cilíndrico vertical. Después de la cristalización en la columna cilíndrica, los gránulos rebosan por la tubería central y son transferidos a una torre de secado o de polimerización en estado sólido para el proceso continuo.

60 Resumen de la invención

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención el proporcionar un procedimiento perfeccionado de la clase descrita, que conduzca a un mayor rendimiento y que sea capaz de regenerar grandes cantidades de material plástico usado.

65 Otro objeto de la invención es el de reducir los costes de inversión y los gastos de la operación en un procedimiento de la clase descrita, particularmente evitando la necesidad de un almacenamiento intermedio.

Otro objeto de la presente invención es el de encontrar un procedimiento que permita producir una mejor calidad del material plástico regenerado.

Estos objetivos se alcanzan substancialmente mediante el procedimiento de la reivindicación 1 y el equipo de la reivindicación 7, empleando los pasos del tratamiento continuo a través de todo el procedimiento y, más particularmente, cristalizando continuamente los gránulos a medida que se incorporan, después del cortado, a una corriente de gas caliente para calentar los gránulos a la temperatura de cristalización. Además, se efectúa inmediatamente una post condensación o paso de calentamiento continuo, sin almacenamiento intermedio, después de la cristalización. El lecho fluidizado puede tener una característica de uniformizador, lo cual significa que todos los gránulos se tratan durante un período substancialmente uniforme de estancia dentro del lecho fluidizado. Puede omitirse un lecho giratorio previo, como existía en la técnica antigua, aunque la presente invención no descarta el utilizarlo, lo cual depende de la pegajosidad del producto.

Es más favorable si se efectúa una fluidificación u otro tratamiento en una atmósfera de gas inerte, tal como el nitrógeno, de tal forma que se evite la penetración de aire u oxígeno al interior del equipo, debido a que la presión del gas inerte lo impide. De esta forma, no solamente se consigue el objetivo de reducir los costes y el poder tratar grandes cantidades de material de plástico sino también una alta calidad del producto final.

Breve descripción de los dibujos

Podrán deducirse otros detalles, características y ventajas, a partir de la siguiente descripción de un ejemplo preferido de acuerdo con la invención esquemáticamente ilustrada en los dibujos, en los cuales

La figura 1 muestra el ciclo del material PET en la fabricación de botellas;

La figura 2 ilustra el procedimiento de acuerdo con la invención, como un detalle del ciclo de la figura 1, y

La figura 3 representa un ejemplo práctico de una instalación para el reciclado y descontaminación de material PET reciclado.

Descripción detallada de los dibujos

De acuerdo con la figura 1, el PET se produce en el paso 1 fundiendo y formando el gránulo, después del cual el material se precristaliza en el paso 2, de preferencia de la manera descrita en las patentes U.S. n^{os} 5.091.134 ó 5.119.570, es decir en un lecho fluidizado giratorio en donde la superficie del gránulo se seca tanto como para evitar la aglomeración y la pegajosidad de los gránulos individuales en el siguiente paso. El paso 2 es seguido por una continua post-cristalización o cristalización principal del paso 3, en la cual, de acuerdo con las patentes U.S. n^{os} 5.091.134 ó 5.119.570, los gránulos se alimentan con una característica de uniformidad, es decir, una característica por la cual cada partícula tiene el mismo período de permanencia en el lecho fluidizado y, por lo tanto, es tratado uniformemente.

Después de la cristalización en el paso 3, el material PET se policondensa en el paso 4 de una manera ya conocida *per se* y se conforman las botellas, normalmente mediante moldeo por soplado. Las botellas así conformadas se venden en el paso 5 a consumidores individuales después de lo cual o bien son rechazadas (flecha 6) ó bien son regeneradas (flecha 7).

Para la regeneración, se necesita un sistema de recogida 8 después de lo cual el material recogido tiene que lavarse, clasificarse y limpiarse (paso 9). A continuación empieza el verdadero procedimiento de regeneración 10 el cual puede comprender un paso de secado 11 (algunas veces necesario después del paso 9 de limpiado en función de la humedad del material), un paso de fusión y extrusión 12 (el cual puede hacerse en una máquina o extrusora individual que funde primero el material y a continuación lo extrusiona formando por lo menos un ramal o cordón). Debe tenerse en cuenta sin embargo, que el secado puede también hacerse en el paso de extrusión de acuerdo con la solicitud de patente alemana n^o 198 54 689.O, registrada el 26 de Noviembre de 1998 (inventores: Sres. Goedicke y Innerebner), el contenido de la cual se incorpora a la presente como referencia.

Es conveniente montar un paso de filtrado 13, bien sea en combinación con el paso de extrusión (al final del mismo, antes de extrusionar el cordón) o bien como un paso separado para eliminar las impurezas.

A continuación, se corta(n) el(los) cordón(es) extrusionado(s) en trozos o gránulos en el paso 14. Dado que el material estaba en estado de fusión (=amorfo), es necesario recristalizarlo. Por lo tanto, los gránulos podrían alimentarse de nuevo a través del paso 2 de precristalización y el paso de cristalización 3, pero se ha descubierto de acuerdo con la invención, que es suficiente emplear un lecho fluidizado 3 que tenga la característica de uniformizador, acortando y economizando de esta forma el procedimiento. De esta forma, se comprende que el paso 3 pueda tener una doble función, es decir, una en la primera producción de la materia prima para botellas y a continuación como una parte del procedimiento de regeneración 10, por cuya razón este paso 3 se representa rodeado por una línea de trazos 10'. Esto no significa necesariamente que el reciclado del material se haga en el mismo aparato de producción inicial, pero de hecho esto puede suceder.

ES 2 283 152 T3

En la técnica anterior, se ha sugerido, mezclar el material regenerado con material plástico fresco, fundiéndolos juntos. Aunque esto puede hacerse también cuando se efectúa el procedimiento de acuerdo con la presente invención, es preferible mezclar los materiales en el paso de cristalización 3 en donde el material fresco del paso 2 puede ser añadido al material regenerado del paso 14. Sin embargo, esto no es crítico y es posible también tener un paso separado de mezclado, es decir, antes del (re)condensado del material en el paso 4. La recondensación del material regenerado se hace de preferencia sin ningún aumento significativo o sin ningún cambio de la viscosidad intrínseca de los gránulos comparada con la del material antes de la extrusión paso 12 (figura 1). Esto significa que la extrusión disminuirá normalmente el valor de la viscosidad intrínseca la cual más tarde aumentará adecuadamente hasta el margen que tenía el material antes. El valor exacto, sin embargo, no es crítico.

La figura 2 ilustra los pasos 2 y 14, 3 y 4 de acuerdo con un ejemplo particularmente preferido. El cristizador 3 de la figura 1 está formado como un lecho fluidizado 3' en donde un gas inerte, tal como el nitrógeno de una fuente 15 de nitrógeno es alimentado a través de un conducto 3a de suministro/calentador, y a través de un fondo perforado 3b, mientras concurrentemente, los gránulos o bien desde el paso de cortado 14 (figura 1) y/o bien desde el paso de precristalización 2, son alimentados al lecho fluidizado 3' mediante una válvula rotativa 3c. Esta masa de gránulos se mueve sustancialmente a una velocidad uniforme (característica uniformizadora) a través del lecho fluidizado 3' en la dirección de la flecha 16.

El gas, que ha entrado en el lecho fluidizado 3' por medio del conducto 3a, deja el lecho fluidizado 3' en la parte superior y mediante un conducto 17 que conduce a un ciclón 18 (u otro separador como p. ej., un filtro) desde el cual es bombeado mediante una bomba o ventilador 19. La potencia de aspiración del ventilador 19 puede regularse mediante una válvula de aleta (o cualquier otra) 20. Desde esta válvula 20, un conducto 21 recicla el gas, el cual puede tener una temperatura en el margen de 180°C a 225°C, p. ej., 205°C, al conducto 3a de suministro/calentador por medio de una válvula de tres vías V1, la cual puede desviar una parte de la corriente de gas al conducto 22. Está claro que los conductos 17, 21 forman un ciclo por sí mismos de forma que sería posible tener una fuente separada de nitrógeno para él, aunque es preferible dentro del ámbito de esta invención, el tener una fuente común 15 de gas inerte tanto para el circuito 17, 21 y otro circuito que se describirá más adelante. Debe notarse que es conveniente tener una válvula estabilizadora de la presión 15' asignada a esta fuente de gas inerte 15. Está claro que puede emplearse cualquier gas inerte común en la producción de plástico.

Moviéndose los gránulos en el sentido de la flecha 16 hacia un canal de salida 3d del cristizador 3', los gránulos se descargan por medio de otra válvula rotativa 23 en un calentador/reactor 4'. Con la finalidad de permitir un flujo de gas a contracorriente desde el reactor 4', puede ser deseable omitir completamente la válvula rotativa 23. En el reactor 4', los gránulos se calientan a una temperatura más alta que en el cristizador 3' con el fin de provocar la reacción (condensación) del material. Esta temperatura más alta es ordinariamente por encima de 180°C como ya es conocido *per se*. Sin embargo dado que el material suministrado procede, al menos en parte, del procedimiento de regeneración 10 (figura 1), se prefiere conducir el procedimiento de una manera que no existe sustancialmente ningún aumento en la *iv* (viscosidad intrínseca) del material si se compara con la del material antes del paso de extrusión en 12. Esto significa que las temperaturas se mantendrán próximas al punto de iniciación (alrededor de 185°C) de la reacción y/o la corriente de gas a través del reactor 4' se ajusta de manera apropiada para evitar un mayor aumento de la *iv* cuando se compara con el del material antes del paso de extrusión 12 (figura 1).

Se ha dicho que 4' designa un calentador/reactor. De hecho, el objetivo de este aparato es doble, en primer lugar el precalentamiento de los gránulos hasta temperaturas por lo menos próximas a la temperatura de reacción (condensación) para llevar la temperatura de los materiales poco a poco hasta la reacción. Ha sido sugerido aumentar la temperatura en por lo menos dos pasos (véase la patente U.S. n.º 3.756.990). Por lo tanto, puede ser útil aunque se emplee un único aparato para los dos pasos, el dividir el calentador/reactor 4' en dos partes introduciendo un gas de calefacción en un conducto anular superior 24 que comunica con el interior del reactor 4' y un conducto anular inferior 25 similar, con el fin de adaptar la velocidad del gas y/o la cantidad a una finalidad especial. Debe notarse sin embargo, que esto no será necesario en ningún caso y para algunos casos será suficiente tener solamente un único suministro encima del conducto anular 25.

La reacción que tiene lugar internamente en el material es exotérmica. Por lo tanto, habría que suponer que el gas suministrado tiene alguna función refrigerante y por lo tanto tiene que mantenerse a baja temperatura. Sin embargo, lo que realmente sucede dentro del reactor es que la reacción interna reduce su velocidad tan pronto una nube del gas de reacción rodea cada partícula. Por lo tanto, puede darse el caso de que la reacción se acelere y el material se caliente cuando se introduzca demasiado gas "refrigerante". Esto puede dar como resultado una fusión parcial en la parte superior del reactor 4' y para contrarrestar, puede ser útil disminuir la velocidad del flujo de gránulos en dirección hacia abajo. Esto puede hacerse intercalando frenos en el espacio vacío del reactor 4', p. ej., colocando travesaños cruzados como en un tejado.

De manera similar, cuando se utilizan los conductos anulares 24 y 25 ó solamente uno, el gas escapa por la parte superior, es decir, fluye en contracorriente al flujo de gránulos dirigido hacia abajo. En la parte superior, existe por lo menos un conducto de escape 26, posiblemente conteniendo una bomba o un ventilador 27. Alternativamente se montan conductos de escape separados y se asignan cada uno al conducto anular 24 ó 25 respectivamente. En el conducto de escape 26, existe de nuevo una válvula de tres vías V2 que conduce selectivamente la corriente del gas de escape a la línea 17 y dentro del ciclón separador 28 ó en un ciclo a un conducto de reciclado 28. Este conducto de reciclado 28 puede o bien conducir a través de un conducto 29 al conducto 24 y/o a través de un conducto 30

ES 2 283 152 T3

al conducto 25. En ambos conductos (o en uno de ellos) puede colocarse un calentador 29' ó 30' para establecer y asegurar la deseada temperatura la cual puede alcanzar de 185 a 220°C siendo normalmente aproximadamente 200°C. Para emplear alternativamente uno de los conductos puede ser conveniente montar las respectivas válvulas en las uniones 28' ó 28'' con el fin de regular y dirigir la corriente del gas adecuadamente. Además, si el ciclo del reactor 4' está cerrado mediante los conductos 26, 28, 29 y/o 30, será conveniente montar otro separador, similar al separador 18, justo después de la válvula V2. Por lo tanto, será evidente a los expertos en la técnica que es más favorable combinar los dos circuitos de los aparatos 3' y 4' permitiendo que el gas fluya desde el conducto 26 al 17, al separador 18 y regrese parcialmente al cristalizador 3' por el conducto 21 y la válvula V1, también parcialmente al conducto 22 para suministrar gas al conducto anular 25 y, si es necesario, al conducto 24 mediante otra válvula apropiada V3.

El perfil de la temperatura a lo largo de la longitud del calentador/reactor 4' es en primer lugar creciente, a continuación se mantiene substancialmente constante a un nivel deseado y desciende adecuada y repentinamente en el extremo del fondo con el fin de obtener una temperatura significativamente por debajo de la temperatura de reacción como p. ej., a 160°C. Esto no es necesario, pero evita el empleo de nitrógeno (para prevenir la oxidación) en el refrigerante que sigue 3''. Como se muestra en la figura 2, este refrigerante puede formarse mediante un lecho fluidizado 3'' justo idéntico en estructura al cristalizador 3'. La diferencia puede ser que solamente puede tener un soplador 31 que aspira aire del ambiente en lugar de nitrógeno, si la temperatura en el extremo del reactor 4' disminuye significativamente como se ha explicado más arriba. Por lo tanto, el refrigerante 3'' puede tener su propio conducto 17' que conduce al separador 18'. Sin embargo, si la temperatura está todavía en el margen de la temperatura de reacción (por lo menos 180°C), el circuito del refrigerador 3'' podría combinarse con los circuitos del aparato 3' y 4' mencionados más arriba.

La figura 3 muestra una extrusionadora 12a que tiene una tolva 12b, en la cual se introducen las escamas del material PET. Las escamas son previamente sometidas a los pasos mencionados más arriba, 8, 9 y 11. Durante la fusión en la extrusionadora 12a, se desarrollan gases de las sustancias de contaminación que son aspirados adecuadamente por medio de uno o más canales de vacío 32. La extrusionadora 12a puede ser de cualquier tipo conocido en la técnica. Sin embargo, se prefiere tener una extrusionadora con por lo menos dos husillos, e incluso es más preferido tener una pluralidad de husillos montados en una configuración anular si se mira por una sección transversal.

Cuando el material plástico abandona la extrusionadora 12a es, o bien cortado en gránulos inmediatamente después de pasar una tobera mediante un granulador apropiado ya conocido en la técnica o, como puede verse en la figura 3, después de ser enfriado en un líquido en un refrigerante en cadena 34, mediante un cortador 35 dispuesta al final del mismo. Debe comprenderse que la presente invención no está restringida a un tipo especial de gránulos producidos.

Los ejemplos dados más adelante muestran lo diferente que puede ser la calidad de la materia prima. Sin embargo, al final del procedimiento debería conseguirse un grado uniforme de calidad para la fabricación de botellas. Por lo tanto es ventajoso monitorizar la calidad (de preferencia, la viscosidad intrínseca) en un punto 36a ó 36b ó incluso dentro de la extrusionadora 12a, pasando parte del material fundido por un by-pass y analizando la cantidad pasada por el by-pass. Se conoce un gran número de métodos y aparatos para determinar la viscosidad de un material y que pueden emplearse en el presente procedimiento. Por ejemplo, la viscosidad puede determinarse con un aparato NIR, sugerido al final de un cristalizador en la patente DE-A-43 26 105 con el fin de controlar las condiciones, particularmente térmicas, en los pasos subsiguientes (indicado por la línea de puntos 37 en la figura 3). Existen otras posibilidades, mediante el empleo de un detector de ultra-sonidos o uno de los viscosímetros ya conocidos, como p. ej., un viscosímetro rotativo o un viscosímetro on-line. Aunque la patente DE-A-43 26 105 sugiere ya el empleo de un viscosímetro NIR, se ha descubierto que para la finalidad de regenerar material plástico es útil montar un viscosímetro 36a ó 36b en la cadena de fabricación antes del cristalizador 3'.

Después del posible punto de medición 36b, la mezcla de gránulos y líquido refrigerador se transfiere convenientemente a lo largo de un camino aproximadamente en forma de S, esquemáticamente representado en el separador 39 en donde el líquido es separado de los gránulos (secando mecánicamente la superficie de los gránulos). A continuación, los gránulos se conducen convenientemente hasta un tamiz 40 que deja pasar los gránulos a su través (que alimentan el cristalizador 3'), pero que retiene los aglomerados del mismo los cuales están pegados entre sí.

Otra posibilidad de descontaminación del material regenerado consiste en el empleo de una circulación de gas a través por lo menos de uno de los aparatos 3', 3'' ó 4' los cuales siguen a la unidad extrusionadora/cortadora. En la figura 3, la circulación de gas en un circuito 28a a través del reactor 4' de policondensación, se emplea mediante la separación de los finos contaminantes en un separador 38 (el cual se representa como un ciclón pero puede estar conformado como un filtro o una combinación de ambos) y un lecho de adsorción 39 ó un aparato similar de purificación química. Los volátiles y/o los finos son aspirados o bien a través de los canales 32 ó bien a través del circuito de gas 28a ó de ambos.

Está claro que pueden efectuarse un número de modificaciones dentro del ámbito de la presente invención. Por ejemplo, el tipo de refrigerador puede cambiarse empleando un refrigerador de lecho sólido o un refrigerador de cinta transportadora por ejemplo. También estará claro, si los pasos indicados en la figura 1 se efectúan o no, por un único fabricante o se efectúan en diferentes fábricas, lo cual es solamente decisivo para combinar la extrusión continua y el paso 12 de cortado (granulado) con un paso continuo de cristalización, de preferencia en atmósfera de un gas inerte, tal como una atmósfera de nitrógeno, con el fin de evitar todos los inconvenientes inherentes a los procedimientos de la técnica anterior. De preferencia, se efectúa subsiguientemente un paso de calentamiento/ condensación continua en estado sólido.

ES 2 283 152 T3

Ejemplos 1-3

Las ventajas de la presente invención se comprenderán mejor a partir de los siguientes ejemplos. En las siguientes tablas 1 y 2 están resumidos los resultados de tres ensayos, en los cuales se trataron diferentes cantidades de material de plástico que tenían un caudal medio de aproximadamente 50 kgs/hora. Se efectuaron los primeros análisis de acuerdo con la tabla 1 después de extrusionar el material, mientras que los resultados de la tabla 2 corresponden a los ensayos de laboratorio después de la cristalización y la Policondensación En Estado Sólido (SSP).

TABLA 1

Ejemplo n°	Cantidad total/ producto	Primera materia		Después de la extrusionador	
		i.v. [dl/g]	acetaldehido [ppm]	i.v. [dl/g]	acetaldehido [ppm]
1	200	0,803	2,6	0,771	2,3
2	3000	0,800	5,1	0,786	2,4
3	950	0,822	3,3	0,756	2,9

La tabla 1 muestra que el contenido de acetaldehido en la materia prima puede variar en un amplio margen. En todos los ensayos, la viscosidad intrínseca (i.v.) disminuyó después de la extrusión como podía esperarse. Sin embargo, los contenidos de acetaldehido disminuyeron también lo cual indica también cierto efecto de purificación.

El material reciclado así extrusionado se sometió a continuación a una cristalización y condensación. Los resultados vienen dados en la tabla 2 a continuación.

TABLA 2

Ejemplo n°	Cantidad total/producto	Después de la cristalización y de SSP	
		i.v. [dl/g]	acetaldehido [ppm]
1	200	0,869	0,46
2	3000	0,884	0,46
3	950	0,848	0,48

En comparación con la tabla 1, la tabla 2 muestra que la viscosidad intrínseca había aumentado notablemente, incluso en comparación con la de la materia prima, mientras que los contenidos de acetaldehido habían disminuído hasta una cantidad insignificante después del tratamiento de acuerdo con la invención.

ES 2 283 152 T3

Ejemplo 4

En otro ejemplo, el material PET que hay que reciclar se trató de la manera descrita más arriba empleando N₂ en el reactor 4' y una temperatura de aproximadamente 215°C. El tiempo de tratamiento fue de 8 horas. La materia prima y el material regenerado al final del procedimiento fueron analizados con respecto a sus contenidos de tolueno, clorobenceno, fenil ciclohexano y benzofenona. Todas estas sustancias contaminantes se descubrió que eran casi eliminadas al final del procedimiento, es decir, el tolueno con una eficiencia de purificación del 99,4%, el clorobenceno con una eficiencia de purificación mayor del 99,9%, el fenil ciclohexano con un 98,5% y la benzofenona con un 98,6%. Esto muestra el alto grado de calidad para la fabricación de botellas conseguida mediante la presente invención.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 283 152 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Un procedimiento para la recuperación de material de plástico usado y limpiado para ser regenerado, el cual comprende los pasos de

extrusión continua de dicho material de plástico en una extrusionadora con por lo menos dos husillos, para proporcionar cadenas estiradas de dicho material;

10 cortado continuo de dichas cadenas estiradas a medida que son suministradas por dicho paso de extrusión para convertirlas en gránulos;

alimentación inmediata de dichos gránulos mediante una tolva sin un almacenamiento intermedio;

15 cristalización continua de dichos gránulos, a medida que son alimentados en dicho paso de alimentación a partir de dicho paso de cortado, en una corriente de gas caliente de una temperatura deseada para calentar los gránulos a la temperatura de cristalización; y

20 condensación en estado sólido de dichos gránulos mediante calor, en un flujo continuo después de dicho paso de cristalización para alcanzar una deseada viscosidad intrínseca,

en donde, durante la fusión en dicha extrusionadora, se desarrollan gases de sustancias contaminantes que son aspirados por medio de uno o más canales de vacío.

25 2. Procedimiento como se ha reivindicado en la reivindicación 1, en donde el paso de cristalización se efectúa en un lecho fluidizado continuo de características determinadas de flujo de dichos gránulos, siendo esta característica determinada de preferencia una característica de uniformización.

30 3. Procedimiento como se reivindica en la reivindicación 1 ó 2, en donde se proporciona por lo menos una de las siguientes características:

a) el paso de cristalización es un proceso de un solo paso;

35 b) dicho paso de condensación en estado sólido de los gránulos se efectúa sin un cambio substancial de la velocidad intrínseca de dichos gránulos, en comparación con la del material antes de la extrusión;

c) dicho paso de condensación se efectúa a una temperatura inferior a la de dicho gas caliente;

40 d) dicho paso de condensación se efectúa mediante una corriente de gas, de preferencia en contradirección al flujo continuo;

e) por lo menos uno de dichos pasos de calentamiento de los gránulos se efectúa en una atmósfera de un gas inerte, de preferencia nitrógeno;

45 f) ambos pasos de calentamiento de dichos gránulos se efectúan en una atmósfera de gas, estando dicho gas alimentado a partir del paso de condensación a dicho paso de cristalización;

g) dicho material de plástico usado comprende un material de poliéster, en particular polietileno tereftalato.

50 4. Procedimiento como se ha reivindicado en la reivindicación 1 ó 3, el cual comprende además el paso de descontaminación del material que se va a regenerar, de sustancias migradas y adheridas, consistiendo dicho paso de preferencia, en la aspiración de dicho material el cual se selecciona de volátiles y finos, en donde de preferencia el gas, de por lo menos uno de dichos pasos de calentamiento de dichos gránulos, se separa de cualquier materia sólida, y se recicla.

55 5. Procedimiento como se ha reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, el cual comprende además el paso de monitorización de la calidad del material que va a regenerarse para conseguir un valor de la calidad y controlar dicha temperatura deseada de dicho gas o dicho calor, empleando dicho valor de la calidad para conseguir la calidad substancialmente uniforme deseada, comprendiendo dicho valor de la calidad, de preferencia, la viscosidad intrínseca.

60 6. Procedimiento como se ha reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo además por lo menos los siguientes pasos:

65 a) enfriamiento de dichos gránulos después de dicho paso de condensación;

b) alimentación inmediata de dichos gránulos desde dicho cristizador a dicho paso de condensación sin almacenamiento intermedio;

ES 2 283 152 T3

c) mezclado de los gránulos de material plástico fresco no usado previamente, con dicho material plástico usado, que comprende de preferencia el paso de condensación en estado sólido de dichos gránulos en un flujo continuo después de dicho paso de cristalización; y

5 el paso de enfriamiento de dichos gránulos después de dicho paso de condensación;

efectuándose dicho paso de mezclado, después de dicho paso de enfriamiento.

7. Una instalación para la recuperación de material plástico usado limpiado, para ser regenerado, la cual comprende

10

medios de extrusionado continuo (12a) para la extrusión continua de dicho material de plástico que trabajan continuamente;

15

medios (35) de cortado para trabajar continuamente, para el cortado de dicho material de plástico que es suministrado por dichos medios de extrusión (12A) para convertirlos en gránulos;

medios de alimentación conectados directamente a dichos medios de cortado para la alimentación de dichos gránulos a través de una tolva sin almacenamiento intermedio;

20

medios de cristalización continua (3') de dichos gránulos alimentados desde dichos medios de cortado (35), incluyendo dichos medios de cristalización (3') medios de creación de una corriente de gas caliente para calentar los gránulos a la temperatura de cristalización y de preferencia un lecho fluidizado continuo (3') de una característica predeterminada del flujo de dichos gránulos, p. ej. una característica uniformizadora, incluyendo dicho lecho fluidizado continuo (3') en particular, los medios de suministro de un primer gas para suministrar un gas de fluidización para dichos gránulos; y

25

medios de calentamiento continuo (4') dispuestos a dichos medios de cristalización (3') para el calentamiento de dichos gránulos en un flujo continuo para la condensación en estado sólido, comprendiendo dichos medios de calentamiento (4') de preferencia, unos medios de suministro de un segundo gas, para proporcionar una corriente de gas a través de dicho flujo continuo de gránulos, estando dicha corriente de gas, en particular, suministrada por unos medios de suministro de dicho segundo gas en contradirección a dicho flujo continuo de gránulos,

30

comprendiendo la instalación unos medios de alimentación directamente conectados a dichos medios de cristalización (3') y dichos medios de calentamiento (4'), sin almacenamiento intermedio,

35

en donde dichos medios continuos de extrusión son una extrusora (12a) con por lo menos dos husillos y uno o más canales de vacío (32) para la aspiración de gases de sustancias contaminantes que se han formado durante la fusión en dicha extrusora (12a).

40

8. Instalación como se ha reivindicado en la reivindicación 7, en donde dichos medios continuos de cristalización comprenden un lecho fluidizado continuo (3') de una predeterminada característica de flujo de dichos gránulos, incluyendo dicho lecho fluidizado continuo (3') unos medios de suministro de un primer gas para el suministro de un gas de fluidización para dichos gránulos, en donde por lo menos uno de estos primero y segundo medios de suministro de gas está conectado a una fuente (15) de un gas inerte, de preferencia nitrógeno, estando dicho primero y segundo medios de suministro de gas, de preferencia interconectados y comprendiendo una fuente común de un gas inerte y/o comprendiendo medios de reciclado para dicho gas inerte, los cuales medios de reciclado comprenden un canal de conductos y medios de separación de sólidos en dicho canal de conductos.

45

9. Instalación como se ha reivindicado en las reivindicaciones 7 a 8, comprendiendo además por lo menos una de las siguientes características:

50

a) medios de enfriamiento (3'') dispuestos después de dichos medios de calentamiento (4') para enfriar dichos gránulos;

55

b) medios de suministro de material fresco a por lo menos uno de dichos medios continuos, estando dichos medios de suministro de material fresco, de preferencia conectados para el suministro de material plástico fresco a dichos medios de cristalización (3').

60

65

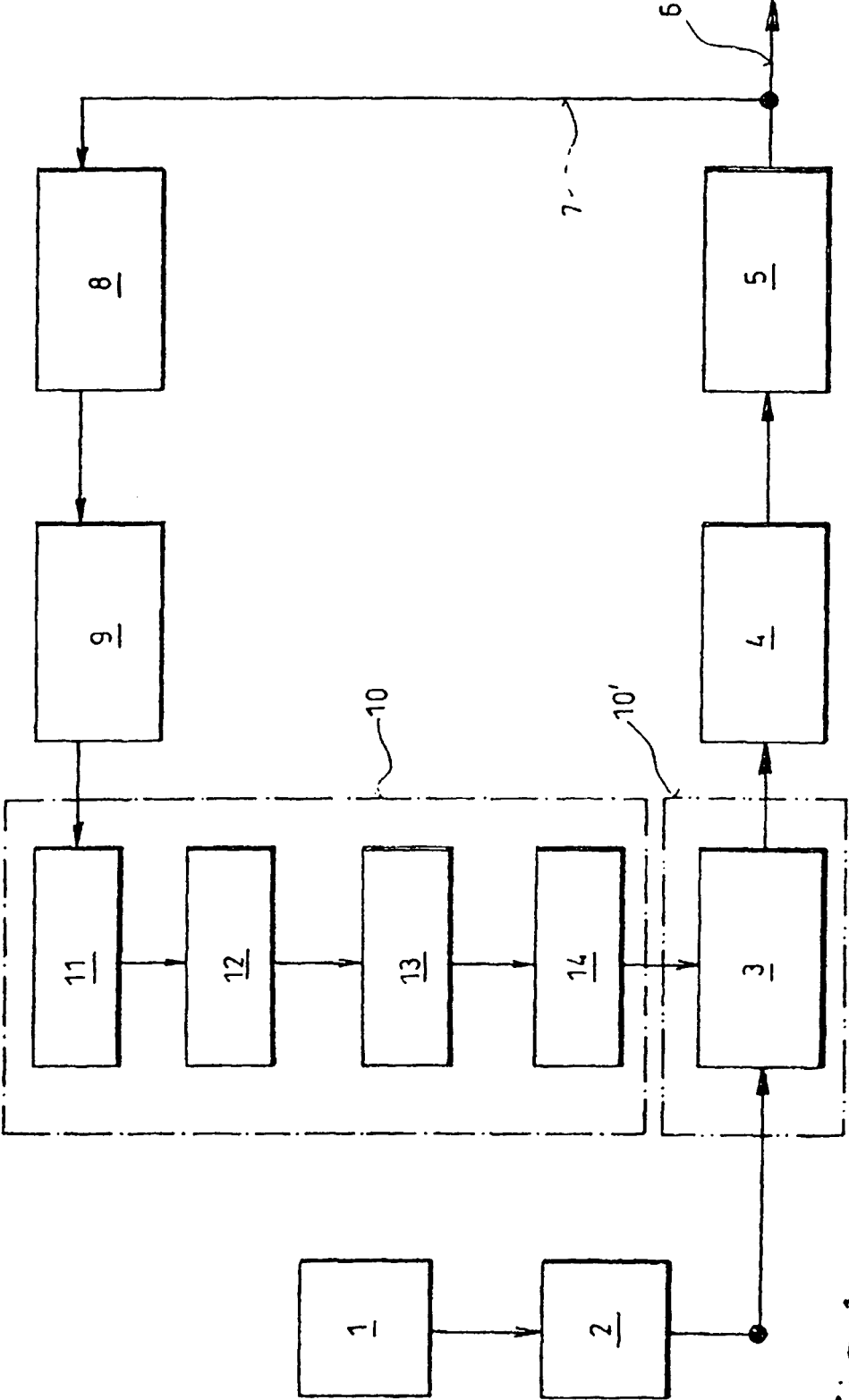


Fig.1

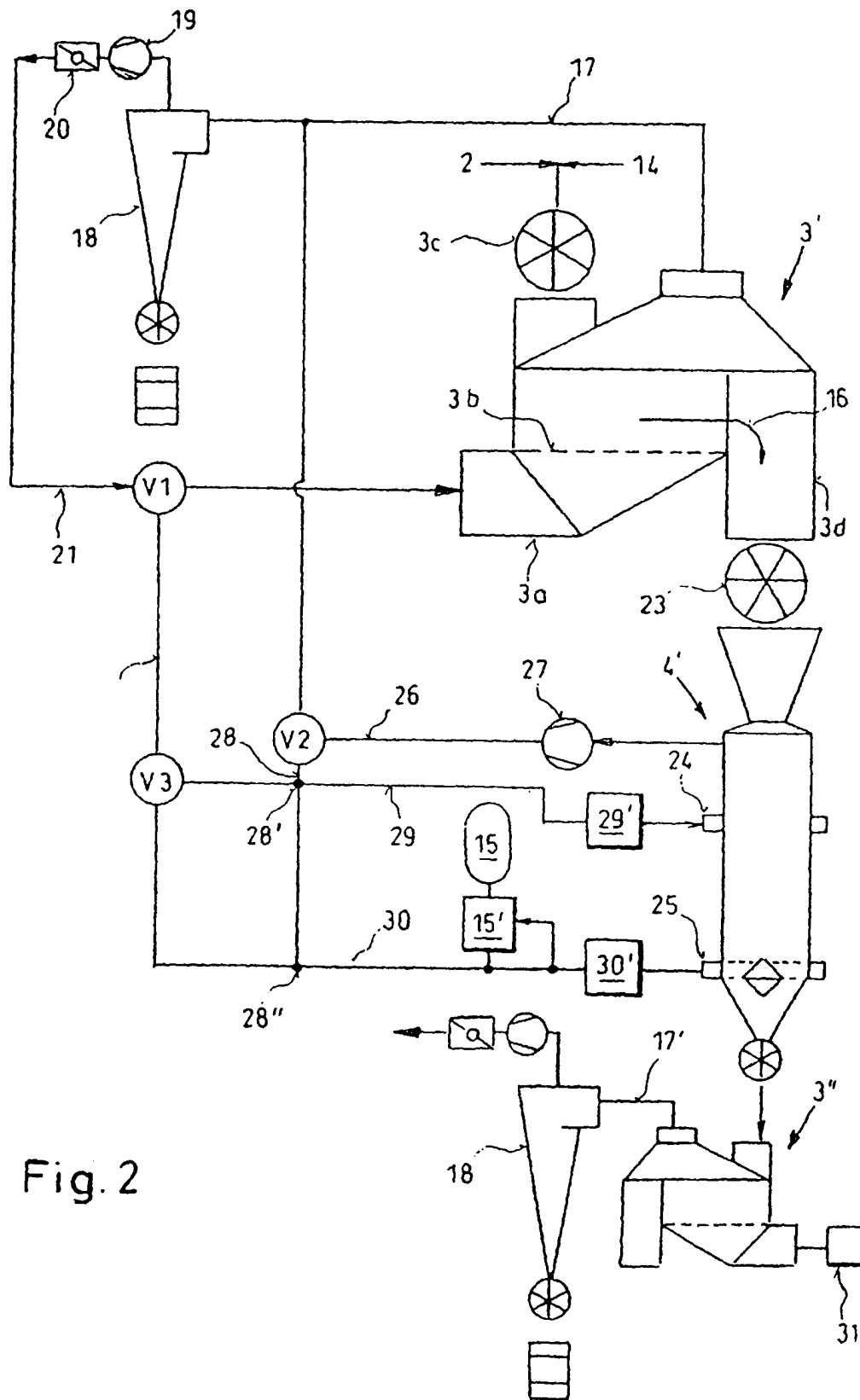


Fig. 2

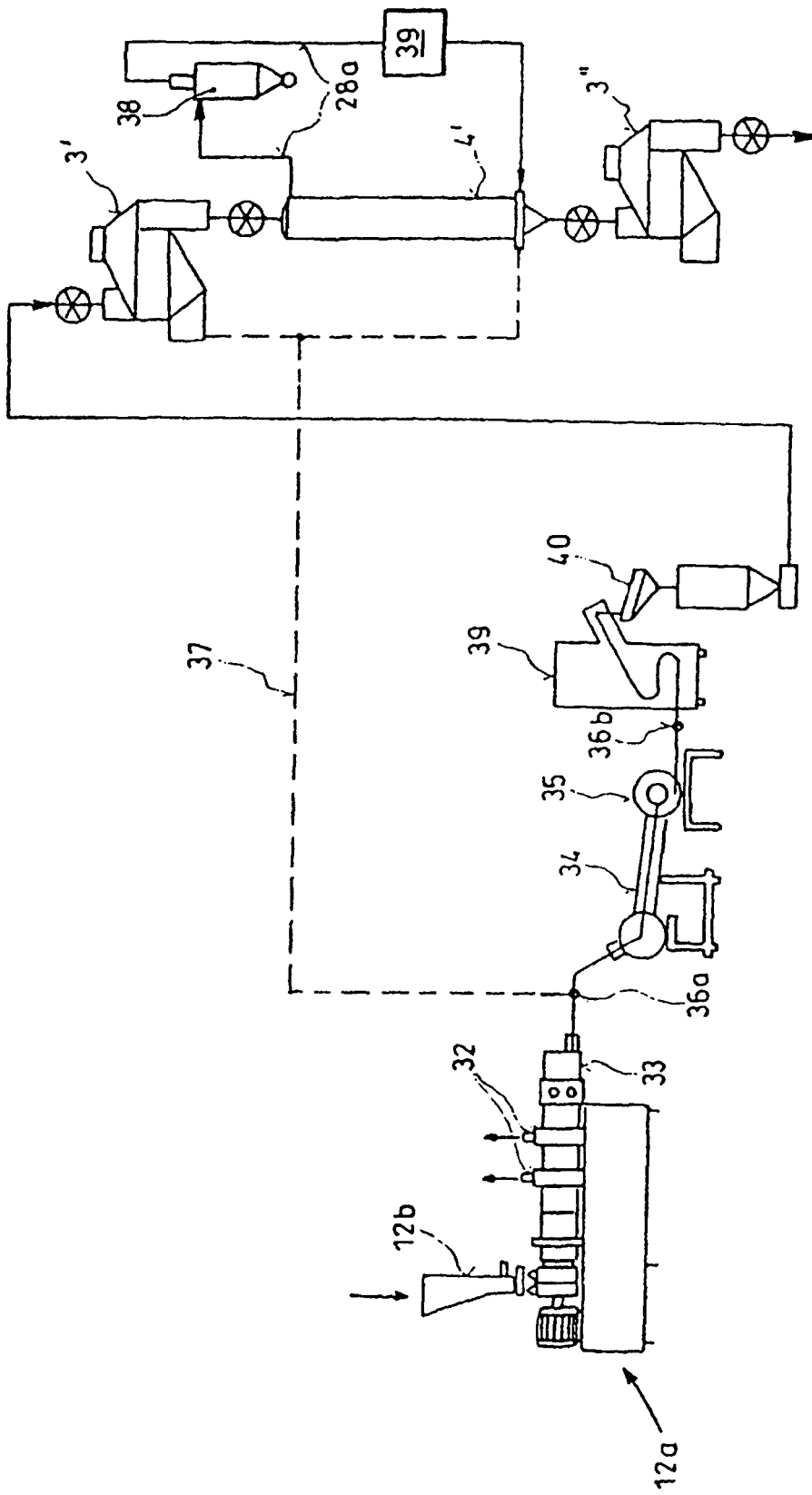


Fig. 3