

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 276**

51 Int. Cl.:

**B29C 47/64** (2006.01)

**B29C 47/68** (2006.01)

**B29B 17/04** (2006.01)

**B29B 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2010** **E 14192228 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018** **EP 2853374**

54 Título: **Dispositivo para el reciclaje de plásticos**

30 Prioridad:

**17.04.2009 AT 5992009**

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

**11.04.2018**

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, GERHARD y  
WENDELIN, GERHARD**

74 Agente/Representante:

**SANZ-BERMELL MARTÍNEZ, Alejandro**

**ES 2 663 276 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 para el reciclaje de plásticos

5 Por el estado de la técnica se conocen desde hace ya tiempo secuencias de procedimiento de forma similar. De este modo, se conoce el tratamiento de material de plástico que va a reciclarse, procesar en primer lugar en un compresor de corte a temperatura elevada y, dado el caso, con aplicación de vacío, a continuación fundir en una extrusora y filtrar, desgasificar y por último, por ejemplo, granular, la masa fundida. Se conocen dispositivos para la realización de dichos procedimientos por ejemplo por el documento EP 123 771 B, el documento EP 390 873 B o el documento AT 396 900 B.

Además, existen numerosos procedimientos y dispositivos para optimizar cada una de las etapas, por ejemplo la desgasificación de la masa fundida. De este modo, por ejemplo, puede estar prevista la formación de una zona sin presión antes de los orificios de desgasificación para garantizar una desgasificación fiable del material de plástico. También existen algunos dispositivos en los que se intenta mantener lo más corto posible el trayecto de migración de las burbujas de gas encerradas en el plástico, a fin de permitir que las burbujas de gas salgan de la masa fundida antes de que esta rebase el último orificio de desgasificación. En particular, se trata de dispositivos que convierten el material de plástico en una forma de tubo flexible.

20 También existen numerosas formas de realización de diversos filtros de masa fundida para eliminar partículas extrañas sólidas y/o polímero residual no fundido.

Todo esto sirve, sobre todo, en primer lugar, para aumentar la calidad del producto final. El documento WO 2008/061269 A1 describe un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. La presente invención se basa en objetivo de crear un dispositivo mejorado para el reciclaje de plásticos que proporcione un producto final de alta calidad cualitativa, pudiendo accionarse el dispositivo al mismo tiempo con alta productividad. Un procedimiento para el reciclaje de plásticos, que no entra dentro de la invención reivindicada, comprende las siguientes etapas de procesamiento:

- 30 a) tratamiento del material de partida, en el que, en caso necesario, el material se tritura y, se lleva a una forma de tipo fluido y manteniendo su estado fragmentado y fluidez, se calienta y se mezcla permanentemente, y dado el caso se desgasifica, se reblandece, se seca, se aumenta su viscosidad y/o se cristaliza,
- b) fusión del material procesado, por lo menos en la medida en que es posible una filtración,
- 35 c) filtración de la masa fundida para liberarla de impurezas,
- d) homogeneización de la masa fundida filtrada,
- e) desgasificación de la masa fundida homogeneizada, así como
- f) descarga y/o procesamiento posterior de la masa fundida, por ejemplo mediante granulación, procesamiento de láminas sopladas,

40 sucediéndose de manera procedimental estas etapas de mecanizado en el orden indicado.

Se ha mostrado que el control de procedimiento, exactamente en este orden de las etapas de mecanizado, proporciona una alta calidad de producto con, al mismo tiempo, un control de procedimiento eficiente. En particular, resultó ser ventajoso que la etapa de la homogeneización solo después de la filtración, sin embargo antes de la desgasificación de la masa fundida conlleve ventajas, dado que, de esta manera no se influye en la homogeneización por eventuales impurezas gruesas o sustancias extrañas sólidas o aglomeraciones de plástico no fundidas y, al mismo tiempo, la posterior desgasificación pueda llevarse a cabo de manera efectiva y eficiente, pudiendo eliminarse por completo las burbujas de gas de la masa fundida. De esta manera puede conseguirse un material final de alta calidad que puede emplearse para distintos procesamientos posteriores.

50 En la práctica pueden formarse aglomerados perturbadores, por ejemplo debido a suciedades, por materiales de relleno o, en el caso de los polímeros mixtos, debido a otros polímeros. En general, estos aglomerados influyen negativamente en la calidad final del plástico de diversas formas, en particular en las propiedades mecánicas y visuales del producto final. De este modo, suciedades, tales como las fibras de papel, aglomerados de tintas de impresión, restos de adhesivo de etiquetas, etc., que aún se encuentran en la matriz tras la filtración, afectan negativamente a la resistencia a la tracción del polímero o producen defectos visuales. Por este motivo, las sustancias perturbadoras que permanecen en la masa fundida a pesar de la filtración deberían distribuirse ventajosamente de la manera más fina y uniforme posible. Esto es aplicable por igual a suciedades, polímeros y materiales de relleno. Cuanto más fina y uniformemente están distribuidas estas sustancias perturbadoras en la matriz, menores son sus efectos negativos en el producto final. Esta distribución se efectúa de acuerdo con la invención mediante la homogeneización que se realiza tras el filtrado.

Adicionalmente, con la homogeneización se consigue una trituración adicional de las partículas. Esta reducción del tamaño de las partículas perturbadoras produce asimismo un aumento de la calidad del producto final, por ejemplo mejores valores mecánicos en piezas moldeadas por inyección, menos efectos negativos en el aspecto de películas o, concretamente, permite conseguir una mejor resistencia al impacto en una matriz de PET con la distribución fina

de poliolefinas.

El posible gas residual también conllevaría deficiencias en el mecanizado final, por ejemplo formación de burbujas, rotura de láminas, etc. Por lo tanto, en el procedimiento de acuerdo con la invención, el filtro de masa fundida separa de la masa fundida las sustancias ligeramente gaseosas, el resto se distribuye y tritura en el tramo de homogeneización y, debido al esfuerzo de cizallamiento que se produce, se provoca la descomposición de las impurezas sensibles a la temperatura. Este gas se elimina en la posterior desgasificación de la masa fundida.

Por un lado, los materiales sensibles a la temperatura se someten a una carga térmica a través del tramo de homogeneización y se fuerza su desgasificación. Por otro lado, las partículas que permanecen se distribuyen finamente en la matriz de polímero de modo que se protegen mejor de las cargas térmicas adicionales debidas al polímero circundante y tienden a producir menos gas. En las siguientes etapas de procesamiento, por ejemplo en una torre de lámina soplada, se produce entonces una película sin gas o burbujas y sin aglomeraciones.

De este modo, mediante la filtración se eliminan ampliamente las sustancias perturbadoras y las suciedades de mayor volumen. Las sustancias perturbadoras de menor volumen, que atraviesan el filtro y permanecen en la masa fundida, se distribuyen fina y uniformemente mediante la homogeneización. Gracias a eso, su efecto perturbador es menor en el producto final y/o se eliminan casi completamente en la posterior desgasificación.

Si la masa fundida, tal como ocurre en parte en el estado de la técnica, se homogeneiza ya antes de la filtración, las impurezas también se trituran con ello y pueden atravesar la superficie del filtro o no son captadas por este. Pero esto constituye una desventaja y debería evitarse.

Después de la filtración, las sustancias perturbadoras aún contenidas deben triturarse y distribuirse lo máximo posible mediante la homogeneización: gracias a su mejor relación superficie-volumen, las partículas finas liberan más gas y pueden eliminarse más eficaz y completamente mediante la desgasificación. Esto se potencia adicionalmente con la distribución uniforme en la matriz, ya que con ello se aumenta aún más la superficie. Además, gracias a la distribución uniforme mejora la homogeneidad del material y, con ello, sus propiedades mecánicas y de visuales.

Por lo tanto, es esencial que estén previstas todas y cada una de las etapas de mecanizado arriba indicadas y que se mantenga el orden o secuencia exactos de la cadena del procedimiento.

A continuación, se describen otras configuraciones ventajosas del procedimiento:

De acuerdo con una realización preferente del procedimiento, es ventajoso que las etapas de mecanizado anteriores se sucedan en el tiempo y en el espacio inmediata y directamente sin etapas intermedias. Aunque es perfectamente posible intercalar también etapas intermedias entre las etapas de procesamiento anteriores, por ejemplo un almacenamiento intermedio del material o de la masa fundida o su transporte mediante tornillos sin fin no compresores o similares o la inserción de otras etapas de procesamiento adicionales, se ha comprobado que una secuencia inmediata y directa de las etapas de procesamiento anteriores es ventajosa en particular en cuanto a la productividad y la eficiencia del procedimiento. También se aumenta por lo general la calidad del producto final cuando se prescinde de las etapas intermedias y el material se procesa rápidamente en una cadena de procesamiento ininterrumpida y continua. Este tipo de realización del procedimiento es, por lo tanto, preferente desde el punto de vista cualitativo y económico.

Otra realización ventajosa del procedimiento se caracteriza por que, durante la homogeneización, la masa fundida se corta y mezcla o se somete a una tensión de cizallamiento intensa y a un esfuerzo de alargamiento y se acelera fuertemente. El proceso de homogeneización es un proceso relativamente complejo. En este sentido es ventajoso que el material se someta tanto a un cizallamiento como a un mezclado, con lo que se produce al mismo tiempo un aumento de la temperatura de la masa fundida, así como un entremezclado, de las partículas cortadas con las partículas menos cortadas. De este modo, se consigue una masa fundida más uniforme, con unas sustancias perturbadoras finamente distribuidas y muy pequeñas, las cuales se pueden desgasificar a continuación de forma óptima y efectiva.

De acuerdo con otra realización ventajosa del procedimiento, está previsto que la temperatura del material o de la masa fundida sea durante, o al menos al final, de la homogeneización y antes de comenzar la desgasificación al menos por lo menos igual de alta que, preferentemente más alta que, las temperaturas en todas las demás etapas de tratamiento. La temperatura más elevada durante la homogeneización que en el resto del proceso favorece la homogeneización. De esta manera puede prepararse la masa fundida de la mejor manera posible para la inminente desgasificación. Se ha comprobado mediante ensayos que la calidad del producto final es sorprendentemente más elevada cuando la homogeneización se efectúa a esas temperaturas más altas.

En este contexto, es especialmente ventajoso que esté previsto que la temperatura del material o de la masa fundida durante la descarga o la temperatura durante el procesamiento posterior sea menor que, o como máximo igual que, la temperatura durante o al final de la homogeneización. Se ha comprobado sorprendentemente que la calidad del

producto final aumenta cuando la temperatura de la masa fundida vuelve a reducirse tras la homogeneización o cuando la desgasificación y en particular la descarga y un posible procesamiento posterior se efectúan a temperaturas relativamente más bajas.

5 Para mejorar ventajosamente el rendimiento de desgasificación, puede estar previsto que durante la homogeneización o inmediatamente antes o después de la homogeneización, sin embargo después de la filtración y antes de la desgasificación, se introduzcan en la masa fundida agentes citógenos, por ejemplo dióxido de carbono, nitrógeno o agua, para mejorar el rendimiento de desgasificación.

10 También es ventajoso para la calidad del producto final y la eficiencia del procedimiento que esté previsto que la masa fundida se enfríe tras la desgasificación y durante o tras la descarga o el procesamiento posterior, en particular en hasta un 20 %, preferentemente de un 5 a un 10 %.

15 Una disposición de acuerdo con la invención para el reciclaje de plásticos se define en la reivindicación 1. Mediante la conexión procedimental de estas unidades entre sí se preestablece un recorrido definido del material o de la masa fundida a través del dispositivo de acuerdo con la invención o la cadena de procesamiento. De este modo y con este dispositivo se consigue aumentar la productividad y la calidad del material tal como se ha descrito anteriormente.

20 Aunque en configuraciones ventajosas de la disposición es posible intercalar otras unidades, también es posible de acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la disposición, que las unidades estén conectadas una tras otra inmediata y directamente, sin unidades intercaladas adicionales, y estén acopladas una tras otra de manera procedimental. De este modo, los trayectos del material o de la masa fundida son cortos y el dispositivo puede reducirse a las unidades imprescindibles. Esto reduce los costes directos y acelera también la realización del proceso y el tiempo de paso, manteniéndose la calidad del producto al menos igual y a menudo superior.

25 Además es ventajoso que esté previsto un control para la regulación independiente en cada caso de las temperaturas respectivas del material o de la masa fundida en las distintas unidades. Una regulación independiente de las temperaturas en cada una de las unidades y en cada una de las etapas de mecanizado es ventajosa a la hora de ajustar la calidad del producto.

30 De este modo, se ha comprobado sorprendentemente en ensayos que es ventajoso que el control regule las temperaturas de modo que la temperatura del material o de la masa fundida durante, pero por lo menos al final, de la homogeneización en la unidad de homogeneización y antes de comenzar la desgasificación en la unidad de desgasificación sea por lo menos igual de alta que, preferentemente más alta que, en todas las demás etapas de tratamiento en las otras unidades, en particular que la temperatura del material o de la masa fundida durante la descarga en la unidad de descarga o la temperatura durante el procesamiento posterior en la unidad de procesamiento posterior sea menor que, o como máximo igual que, la temperatura durante o al final de la homogeneización en la unidad de homogeneización. La calidad de un producto final de este tipo se había mejorado desde varios puntos de vista.

35 40 Una configuración ventajosa de la disposición de acuerdo con la invención prevé que la unidad de homogeneización, en particular un tornillo sin fin, esté configurada de tal modo que la masa fundida se cizalle y mezcle en su interior o bien se someta a una tensión de cizallamiento y a un esfuerzo de alargamiento intensivos y se acelere fuertemente. De este modo, es posible disponer las zonas de cizallamiento y las zonas de mezclado de tal modo que las condiciones de flujo permitan alcanzar una buena homogeneización en el tornillo sin fin.

45 50 Una disposición ventajosa se caracteriza por que cada una de las unidades de mecanizado (2) a (5), preferentemente (2) a (6), en particular (2) a (7), están dispuestas axialmente una tras otra o se sitúan sobre un eje longitudinal común. De esta manera puede obtenerse una disposición que ahorra espacio en la que el material o la masa fundida adopta un recorrido predeterminado claro.

55 Para mejorar el rendimiento de desgasificación puede estar previsto que esté prevista una unidad para la adición de agentes citógenos, por ejemplo dióxido de carbono, nitrógeno o agua, en la masa fundida, introduciendo la unidad los medios citógenos durante la homogeneización o inmediatamente antes o después de la homogeneización, sin embargo después de la filtración y antes de la desgasificación.

60 Así mismo es ventajoso cuando, en particular en la unidad de descarga, está previsto un dispositivo de refrigeración para la masa fundida que sale de la unidad de desgasificación, por ejemplo un cilindro o un tornillo sin fin, que es adecuado para enfriar la masa fundida tras la desgasificación y durante o antes de la descarga o procesamiento posterior, en particular en hasta un 20 %, preferentemente de un 5 a un 10 %.

65 El procedimiento que no entra dentro de la invención reivindicada así como el dispositivo de acuerdo con la invención se describe a continuación a modo de ejemplo con referencia a las Figuras adjuntas.

La Figura 1 muestra un esquema esbozado de una disposición de acuerdo con la invención.

La Figura 2 muestra una configuración concreta de una disposición de acuerdo con la invención.

Las Figuras 3a y 3b muestran los resultados de ensayos comparativos con láminas impresas.

Las Figuras 4 y 5 muestran los resultados de ensayos comparativos con láminas dotadas de etiquetas adhesivas.

5

En la Figura 1 está representado esquemáticamente un dispositivo o una disposición para el reciclaje de plásticos. La disposición comprende, de izquierda a derecha, una unidad de procesamiento 1, que por lo general se trata de un compresor de corte o recipiente de tratamiento en sí ya conocido, en cuyo interior unas herramientas de mezcla y de trituración giratorias mecanizan y, dado el caso, trituran el material de plástico dispuesto previamente en el mismo. El material se mantiene a este respecto constantemente en una forma pseudofluida o en flujo libre y, gracias a los mecanismos de mezclado y de trituración, permanece siempre en estado fragmentado y fluido a pesar de la temperatura más elevada. En la unidad de procesamiento 1, el material aún no se funde sino que, en el mejor de los casos, se calienta a una temperatura levemente por debajo del punto de fusión, en particular a una temperatura dentro en el intervalo del punto de reblandecimiento VICAT del respectivo material. Dependiendo del polímero que va a tratarse, el polímero se desgasifica, se ablanda, se seca, se cristaliza y/o se aumenta su viscosidad ya en esta temprana fase del proceso. Dado el caso, también puede aplicarse vacío al recipiente de tratamiento 1. Por el estado de la técnica se conocen suficientemente diversas configuraciones de unidades de tratamiento 1 de esta índole. A este respecto se remite a los documentos EP 123 771, EP 390 873, AT 396 900, AT 407 235, AT 407 970, etc. únicamente a modo de ejemplo.

10

15

20

A la zona inferior de la unidad de procesamiento 1 está conectada una unidad de fusión 2, en concreto una extrusora compresora. La unidad de fusión 2 sirve para fundir el material procesado, en concreto al menos en la medida en que es posible filtrar el material. En la disposición de acuerdo con la Figura 1, la unidad de fusión 2 está conectada inmediata y directamente a la unidad de procesamiento 1, conociéndose por el estado de la técnica diversas posibilidades de conexión, por ejemplo radial o tangencialmente. Esto tiene la ventaja de que las herramientas de mezcla y de agitación de la unidad de procesamiento 1 alimentan o llevan en cierta medida el material de plástico ablandado a la zona de entrada de la unidad de fusión 2.

25

Como alternativa, el material también se puede transportar a la unidad de fusión 2 a través de una unidad intermedia, por ejemplo a través de un dispositivo de transmisión no compresor, por ejemplo un tornillo sin fin de alimentación, en particular un tornillo sin fin con una profundidad de paso de rosca invariable que conecte la unidad de procesamiento 1 con la unidad de fusión 2 de forma hasta cierto punto indirecta o mediata, pero que a pesar de ello garantice un flujo de material continuo a la unidad de fusión 2.

30

35

A continuación de la unidad de fusión 2, está dispuesta una unidad de filtración 3 para filtrar la masa fundida. Los filtros de masa fundida de este tipo también se conocen por el estado de la técnica en diversas formas de realización. De este modo, se eliminan por ejemplo partículas extrañas sólidas, polímeros extraños y/o aglomeraciones de polímero no fundidas.

40

A continuación, la masa fundida llega a una unidad de homogeneización 4. A este respecto se trata de un cuerpo giratorio, por ejemplo un tornillo sin fin, cuyo diseño presenta una cierta sucesión de zonas de cizallamiento y de zonas de mezclado. El mezclado íntimo para homogeneizar el polímero se consigue mediante condiciones complejas de flujo en el interior del cuerpo giratorio o del tornillo sin fin o de las correspondientes secciones de tornillo sin fin. Además de flujos axiales en dirección de transporte, se producen también flujos radiales y flujos axiales contrarios a la dirección de transporte, los denominados flujos de pérdida. En las zonas de cizallamiento se produce una elevación de la temperatura de la masa fundida, mezclándose en las zonas de mezclado las partículas cizalladas con las partículas menos cizalladas y provocándose con ello una cierta compensación de la temperatura. De este modo, las partículas perturbadoras se trituran y distribuyen, y la masa fundida se homogeneiza eficazmente y se prepara para la desgasificación.

45

50

Directamente a continuación, está prevista una unidad de desgasificación 5 para eliminar las posibles burbujas de gas e inclusiones gaseosas de la masa fundida homogeneizada. Por el estado de la técnica también se conocen diversos dispositivos para extraer eficazmente el gas de la masa fundida. Por ejemplo, el tornillo sin fin puede ser muy largo, puede estar prevista una zona sin presión o el material de plástico puede desgasificarse mediante una película fina o un tubo flexible.

55

A la derecha del todo del esquema de la Figura 1, están previstas una unidad de descarga 6 así como una unidad de mecanizado posterior 7. La unidad de descarga 6 sirve para el transportar la masa fundida desgasificada a la unidad de procesamiento posterior 7. En esta última se trata de, por ejemplo, una unidad de granulación, una instalación de lámina soplada o una instalación de moldeo por inyección, que confieren nuevamente a la masa fundida a una forma sólida, por ejemplo un granulado o una lámina.

60

En el ejemplo de realización mostrado en la Figura 1, las unidades 1 a 7 están conectadas consecutivamente y el material de plástico o la masa fundida pasa por las unidades 1 a 7 en el orden preestablecido de forma continua de izquierda a derecha. Además, en la disposición de acuerdo con la Figura 1, las distintas unidades están acopladas

65

entre sí inmediata y directamente y el material llega desde cada unidad directa e inmediatamente y sin etapas intermedias a la siguiente unidad. Aunque existe la posibilidad de incluir otras unidades, en particular posibles almacenes intermedios, tornillos sin fin de transmisión o similares, estas no están previstas en la Figura 1. Con ello, el dispositivo de acuerdo con la Figura 1 es relativamente corto y compacto.

5 Las unidades 2 a 7, es decir, de la unidad de fusión 2 a la unidad de procesamiento posterior 7, están situadas en un eje longitudinal común o bien están dispuestas una tras otra axialmente. Esto hace que todo el dispositivo sea muy estrecho y se ahorre mucho espacio.

10 Además, está previsto un control que puede regular las temperaturas de cada una de las unidades independientemente. Esto permite ajustar cualquier perfil de temperatura en la cadena de procesamiento.

Ventajosamente, la temperatura se controla de tal forma que la temperatura T4 en la unidad de homogenización 4 o la temperatura T4 del material o de la masa fundida durante la homogeneización, pero al menos al final de la homogenización, sin embargo en cualquier caso antes de comenzar la desgasificación en la unidad de desgasificación 5, es igual o más alta que en cada una de las demás etapas de tratamiento o en cada una de las demás unidades de la disposición. De este modo, la temperatura T2 en la unidad de fusión 2, la temperatura T3 de la unidad de filtración 3, la temperatura T5 en la unidad de desgasificación 5, la temperatura T6 en la unidad de descarga 6 y la temperatura T7 en la unidad de procesamiento posterior 7 son respectivamente inferiores o como máximo igual que la temperatura T4 en la unidad de homogenización 4.

Además, está prevista una unidad 8 para la adición de agentes citógenos, a través de lo cual se puede introducir por ejemplo dióxido de carbono, nitrógeno o agua en la masa fundida. De este modo se mejora el rendimiento de desgasificación. La adición de estos agentes citógenos se realiza en particular en la unidad de homogenización 4 o justo antes o después de la homogenización, pero en cualquier caso después de la filtración o también antes de la desgasificación.

En la unidad de descarga 6, está dispuesto además un dispositivo de refrigeración de masa fundida 9 para enfriar la masa fundida que sale de la unidad de desgasificación 5. Se trata en este caso de, por ejemplo, un cilindro o tornillo sin fin. La temperatura de la masa fundida se reduce a este respecto en hasta un 20 %, preferentemente de un 5 a un 10 %.

En la Figura 2, que amplía y se basa en las explicaciones de la figura 1, está representada detalladamente una forma de realización concreta de un dispositivo de acuerdo con la invención.

Este dispositivo comprende, como unidad de procesamiento 1, un recipiente en forma de tarro o un compresor de corte 1 en el que se introduce por arriba el material de plástico a tratar. En la zona de la base 33 del recipiente 1, está alojada de forma conocida una herramienta 34 que gira en torno a un eje vertical situado en el centro del recipiente 1 y que un motor 36 pone en rotación a través de un árbol 35 que atraviesa la base 33. La herramienta 34 tiene al menos dos brazos 37 radiales, que están dotados de cantos de trabajo 38 para el material de plástico, constituidos ventajosamente en forma de cantos de corte. Estos cantos de trabajo 38 mezclan el material de plástico introducido y, dado el caso, efectúan también una trituración del mismo.

El material de plástico así procesado llega a una unidad de fusión 2, en concreto a una carcasa 10 de una primera sección de tornillo sin fin 11. Esta sección de tornillo sin fin 11 sobresale hacia el interior de un orificio 12 constituido en la carcasa 10. Cuando las herramientas 34 giran en torno al eje del árbol 35, el material de plástico que circula dentro del recipiente 1 se eleva en forma de torbellino de mezcla a lo largo de las paredes del recipiente, tal y como dan a entender las flechas 13. La fuerza centrífuga ejercida sobre el material de plástico en circulación favorece la entrada del material de plástico a través del orificio 12 en la carcasa 10 del tornillo sin fin 11 conectada tangencialmente al recipiente 1. Como alternativa, la carcasa del tornillo sin fin 10 también puede estar conectada al recipiente 1 de forma aproximadamente radial. El diámetro del núcleo de la primera sección de tornillo sin fin 11 aumenta en dirección contraria al orificio 12, con lo que el material de plástico introducido mediante la sección de tornillo sin fin 11 se comprime y plastifica.

55 El material plastificado sale de la carcasa 10 a través del primer segmento de tornillo sin fin 11 a través de orificios 14 y se introduce en la unidad de filtración 3 y confluye mediante canales de conexión 15 en al menos un filtro 16 que retiene las impurezas gruesas contenidas en la masa fundida de plástico.

Tras pasar por la unidad de filtración 3, el material de plástico plastificado llega a través de canales de conexión 15 y a través de orificios de admisión 17 a una unidad de homogenización 4 que se encuentra en el interior de otra carcasa 18. En la unidad de homogenización 4, está dispuesto un homogeneizador 40 orientado coaxialmente con el tornillo sin fin 11 en forma de un cuerpo giratorio cilíndrico, girando el homogeneizador 40 en la carcasa 18 y ejerciendo con ello un efecto de cizallamiento y mezcla sobre la película o tubo de polímero que circula en torno al mismo. Para aumentar el efecto mezclador y también el de cizallamiento, en la superficie exterior del homogeneizador 40 está dispuesto un número más elevado de protuberancias 41. Los posibles gases generados pueden disiparse ya en este segmento.

Además, en la carcasa 18 está alojada de forma giratoria una segunda sección de tornillo sin fin 19 que está conectada axialmente con el homogeneizador 40. Esta segunda sección de tornillo sin fin 19 transporta el material de plástico plastificado a una zona de desgasificación o a una unidad de desgasificación 5, rebasando los orificios de desgasificación 20 a través de los cuales se evacúan, recogen y, dado el caso, se descargan para otro uso, los gases que emanan del material de plástico.

Tras atravesar estos orificios de desgasificación 20, el material de plástico, a través de una unidad de descarga 6 en forma de tornillo sin fin de descarga con una capacidad de cizallamiento reducida, llega a una salida 21 a la que pueden estar conectadas herramientas o unidades de procesamiento posterior 7, tales como dispositivos de granulación, etc.

Convenientemente, ambas secciones de tornillo sin fin 11, 19 están alojadas en taladros 40 o 41 de las dos carcasas 10 o 18, estando los taladros dispuestos de forma relativamente coaxial entre sí y presentando en cada caso el mismo diámetro. La disposición coaxial de ambas secciones de tornillo sin fin 11, 19 y del homogeneizador 40 permite aunar de un modo sencillo las dos secciones de tornillo sin fin 11, 19 formando una única estructura con un núcleo común, y accionar ambas secciones de tornillo sin fin 11, 19 desde un mismo lado, es decir, desde el lado izquierdo en la figura 2. El sentido de giro de ambas secciones de tornillo sin fin 11, 19 se indica mediante una flecha 23.

Para favorecer la desgasificación del material de plástico mecanizado en la carcasa 18, la unidad de desgasificación 5 tiene en la zona del orificio de admisión 17 y del orificio de desgasificación 20 una zona sin presión 27, formada por un diámetro de núcleo más reducido de la sección de tornillo sin fin 19. Tras el orificio de desgasificación 20, este diámetro de núcleo más reducido vuelve a su diámetro completo en la unidad de descarga 6, a fin de mantener el material de plástico nuevamente bajo presión y, con ello, suficientemente plastificado.

También en el ejemplo de realización mostrado en la Figura 2, las unidades 1 a 7 están conectadas una tras otra, y el material de plástico o la masa fundida pasa por las unidades 1 a 7 de forma continua en el orden predeterminado. Además, las distintas unidades están acopladas entre sí espacialmente de forma inmediata y directa y el material llega desde cada una de las unidades directa e inmediatamente y sin etapas intermedias a la siguiente unidad adyacente en el sentido de flujo. Las unidades 2 a 6, es decir, de la unidad de fusión 2 a la unidad de descarga 6, están situadas además en un eje de longitudinal común o sus tornillos sin fin están dispuestos uno tras otro axialmente, con lo que todo el dispositivo se vuelve muy estrecho y se ahorra espacio.

Son posibles distintas configuraciones de la disposición según el dispositivo sin desviarse del núcleo de la invención. Por ejemplo, es posible el uso de tornillos sin fin simples, dobles o también múltiples en las correspondientes unidades. Además, las distintas etapas de procedimiento pueden desarrollarse bajo condiciones atmosféricas o con la ayuda de vacío.

Para cada una de las unidades son posibles numerosas configuraciones constructivas, que el experto puede extraer del estado de la técnica. Las temperaturas, los tiempos de permanencia y los demás parámetros dependen principalmente del material que va a mecanizarse o reciclarse, y un experto en la materia puede adaptarlos. Sin embargo, el experto en la materia únicamente puede lograr las ventajas de acuerdo con la invención si usa el dispositivo de la presente invención.

Los siguientes ejemplos demuestran los ventajosos efectos técnicos del dispositivo:

A este respecto, se trataron materiales plásticos sucios, por ejemplo, láminas impresas o dotadas de etiquetas adhesivas, en ensayos comparativos paralelos, uno de ellos en una instalación conocida por el estado de la técnica sin homogenización según el procedimiento habitual y, en paralelo, otro en la instalación de acuerdo con la invención según el procedimiento que no entra dentro de la invención reivindicada, con homogenización, manteniéndose idénticos en la medida de lo posible los parámetros de servicio directamente comparables, como por ejemplo las temperaturas, caudales, tiempos de permanencia, presiones, etc., en el compresor de corte o durante el procesamiento posterior.

Ejemplo 1: Procesamiento de láminas de plástico impresas

Las fotografías de las Figuras 3a y 3b muestran a modo de comparación los productos de partida y los productos finales obtenidos a partir de los mismos. La respectiva zona izquierda de las Figuras 3a y 3b representa la lámina de partida que va a tratarse en forma de una lámina de plástico impresa en color. A la derecha se ve respectivamente la lámina acabada, obtenida al 100 % a partir del regenerado obtenido tras el tratamiento.

Puede verse que mediante el procedimiento conocido o en el dispositivo conocido no se efectúa una desgasificación completa del material y que en el producto final permanecen pequeñas burbujas de gas provocadas por la descomposición de las tintas. Gracias al procedimiento que no entra dentro de la invención reivindicada, se mejora aún más el resultado de la desgasificación, en particular mediante la homogenización antes de la desgasificación, y apenas se detectan burbujitas de gas.

Ejemplos 2 y 3: Procesamiento de película LD-PE con etiquetas de papel

- 5 Las fotografías de las Figuras 4 y 5 muestran a su vez a modo de comparación en su respectivo lado izquierdo el resultado con el procedimiento convencional y a la derecha el resultado con el procedimiento que no entra dentro de la invención reivindicada. Los materiales de partida fueron en cada caso películas transparentes de embalaje de LDPE contaminadas con etiquetas de papel. La parte sucia equivalía aproximadamente un 1 % del peso total. Las fotografías 4 y 5 muestran tomas microscópicas de películas producidas al 100 % a partir del material reciclado obtenido tras el mecanizado. La finura de filtración asciende a 4.110  $\mu\text{m}$ , en la Figura 5.125  $\mu\text{m}$ .
- 10 Puede apreciarse respectivamente en el lado derecho (procedimiento que no entra dentro de la invención reivindicada) que la suciedad, en particular partículas de papel, restos de adhesivo pero también burbujas de gas, son menos numerosos, más pequeños y también están más finamente distribuidos que en la zona izquierda (estado de la técnica). Las propiedades mecánicas y visuales de estas láminas son mejores gracias a ello.
- 15 En todos los casos se reduce claramente de este modo la proporción de suciedad en el producto final y aumenta la calidad.

## REIVINDICACIONES

1. Disposición para el reciclaje de plásticos que comprende:

- 5 a) por lo menos una unidad de procesamiento (1), en particular un compresor de corte o recipiente en sí conocido con herramientas de mezclado y trituración giratorias, en el que el material, en caso necesario, se tritura y, se lleva a una forma de tipo fluido y manteniendo su estado fragmentado y fluidez, se calienta y se mezcla permanentemente, y dado el caso se desgasifica, se ablanda, se seca, se aumenta su viscosidad y/o se cristaliza,
- 10 b) por lo menos una unidad de fusión (2) para fundir el material procesado, por lo menos en la medida en que es posible una filtración, en forma de una extrusora con un tornillo sin fin giratorio en una carcasa (10) con una primera sección de tornillo sin fin (11),
- c) por lo menos una unidad de filtración (3) para filtrar la masa fundida,
- 15 d) por lo menos una unidad de homogeneización (4) para homogeneizar la masa fundida filtrada,
- e) por lo menos una unidad de desgasificación (5) para desgasificar la masa fundida homogeneizada así como
- f) por lo menos una unidad de descarga (6) para descargar y/o por lo menos una unidad de procesamiento posterior (7) para procesar la masa fundida,
- en la que las unidades mencionadas (1) a (6) o (7) están conectadas consecutivamente en cada caso en el orden indicado y acopladas una tras otra o una a otra y pasando el material de plástico o la masa fundida por estas unidades (1) a (6) o (7) en este orden,

**caracterizada por que**

- 25 - la unidad de homogeneización (4) se encuentra en el interior de una carcasa adicional (18) y comprendiendo la unidad de homogeneización (4) una pieza de corte de tipo Maddock situada aguas arriba, y homogeneizador (40) situado aguas abajo del mismo y alineado coaxialmente con respecto a la pieza de corte de tipo Maddock, en forma de un cuerpo giratorio cilíndrico, estando dispuesto sobre la superficie exterior del homogeneizador (40) un mayor número de protuberancias (41), y siendo el homogeneizador (40) giratorio en la carcasa (18) y de esta manera ejerce un efecto de corte y de mezcla sobre la película o tubo flexible de polímero que circula alrededor del mismo,
- 30 - en la carcasa (18), aguas abajo del homogeneizador (40), está montada de manera giratoria una segunda sección de tornillo sin fin (19), que transporta el material de plástico plastificado a una zona de desgasificación o una unidad de desgasificación 5,
- 35 - la primera sección de tornillo sin fin (11), la segunda sección de tornillo sin fin (19) y el homogeneizador (40) están dispuestos coaxialmente.

2. Disposición según la reivindicación 1, **caracterizada por que** las unidades (1) a (6) o (7) están conectadas una tras otra inmediata y directamente, sin unidades intercaladas adicionales, y están acopladas una tras otra de manera procedimental.

3. Disposición según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada por que** está previsto un control para la regulación de las temperaturas respectivas del material o de la masa fundida en las unidades (1) a (6) o (7).

45 4. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el control regula las temperaturas de modo que la temperatura (T4) del material o de la masa fundida durante, pero por lo menos al final, de la homogeneización en la unidad de homogeneización (4) y antes de comenzar la desgasificación en la unidad de desgasificación (5) es por lo menos igual de alta que, preferentemente más alta que, en todas las demás etapas de tratamiento en las otras unidades, en particular por que la temperatura (T6) del material o de la masa fundida durante la descarga en la unidad de descarga (6) o la temperatura (T7) durante el procesamiento posterior en la unidad de procesamiento posterior (7) es menor que, o como máximo igual que, la temperatura (T4) durante o al final de la homogeneización en la unidad de homogeneización (4).

55 5. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** las unidades (2) a (5), preferentemente (2) a (6), en particular (2) a (7), están dispuestas axialmente una tras otra o se sitúan sobre un eje longitudinal común.

60 6. Disposición según una de las reivindicaciones 1 así como 3 a 5, **caracterizada por que** está prevista una unidad (8) para la adición de agentes citógenos, por ejemplo dióxido de carbono, nitrógeno o agua, en la masa fundida, introduciendo la unidad (8) los medios citógenos durante la homogeneización o inmediatamente antes o después de la homogeneización, sin embargo después de la filtración y antes de la desgasificación.

65 7. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que**, en particular en la unidad de descarga (6), está previsto un dispositivo de refrigeración (9) para la masa fundida que sale de la unidad de desgasificación (5), por ejemplo un cilindro o un tornillo sin fin, que es adecuado para enfriar la masa fundida tras la desgasificación y durante o antes de la descarga o procesamiento posterior, en particular en hasta un 20 %,

preferentemente de un 5 a un 10 %.

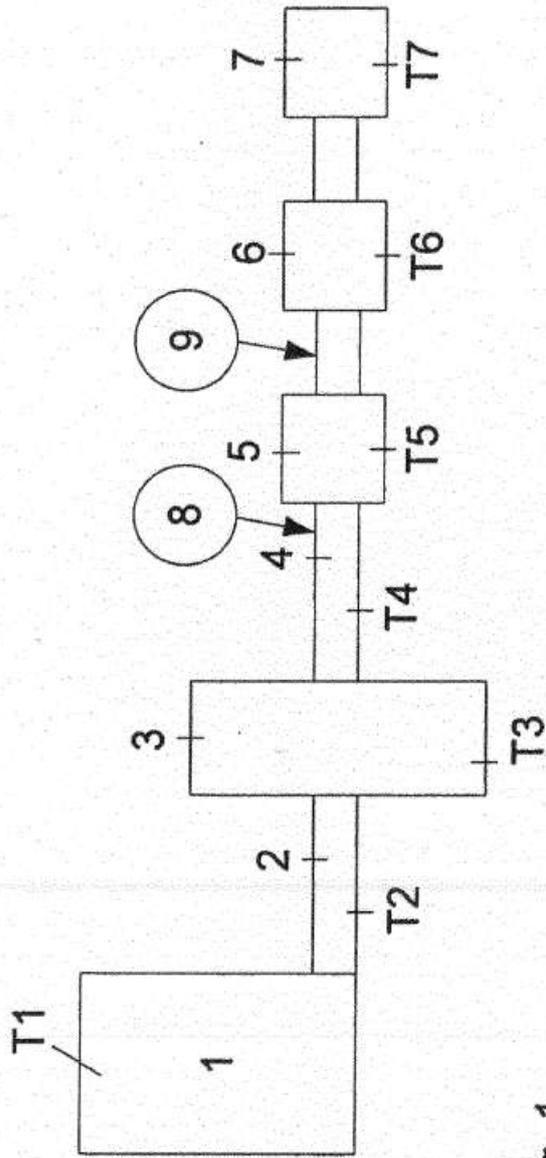


Fig. 1

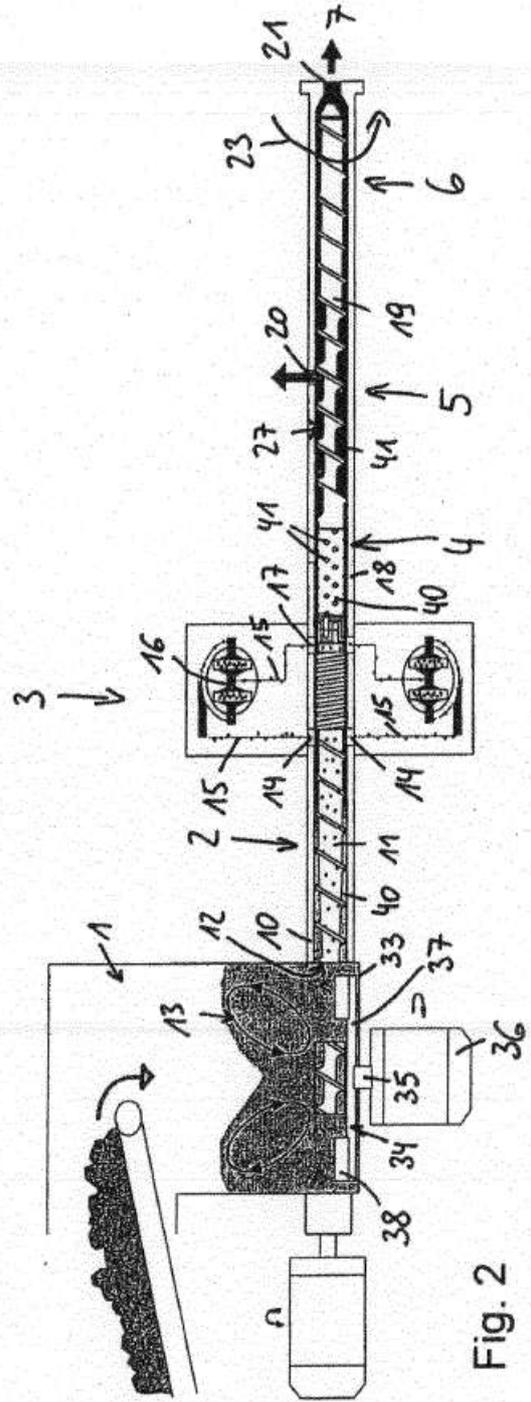


Fig. 2

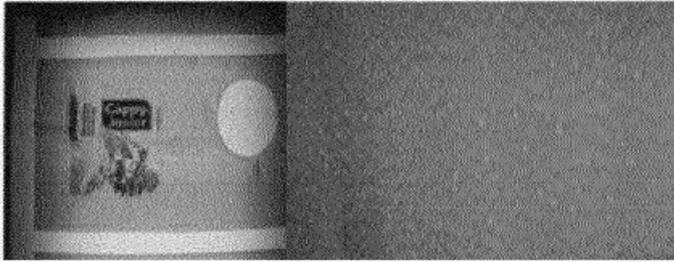


Fig. 3: Lámina impresa – Resultado del procedimiento del estado de la técnica actual

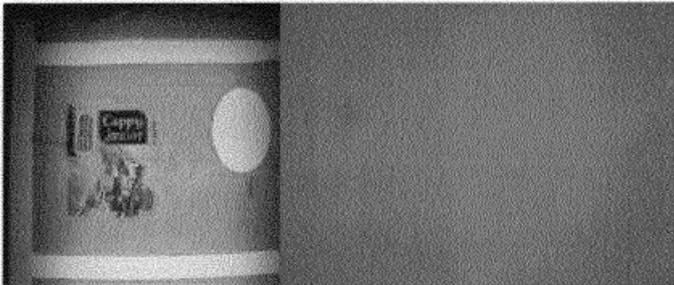


Fig. 3b: Lámina impresa – Resultado con el procedimiento que no entra dentro de la invención reivindicada

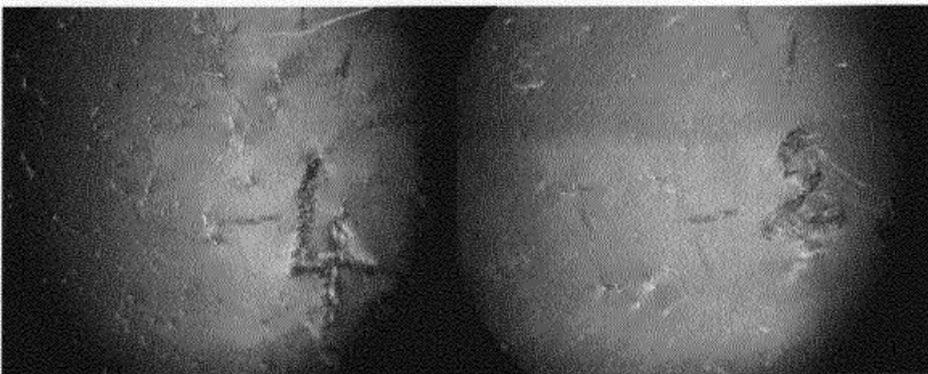


Fig. 4: Lámina con etiqueta – Comparación

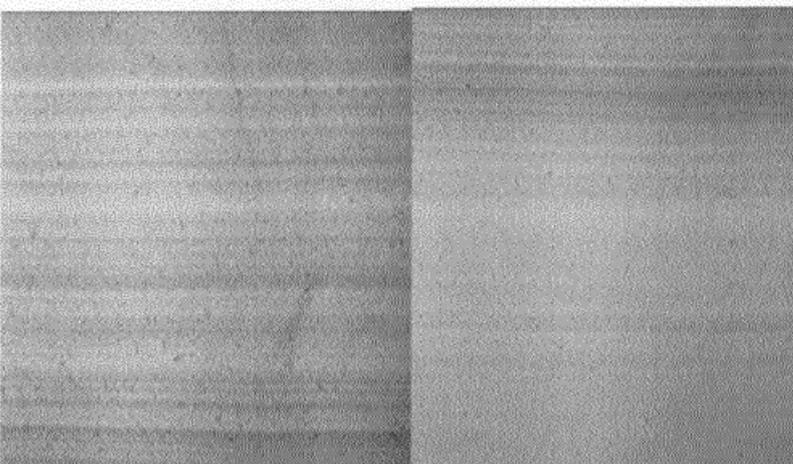


Fig. 5: Lámina con etiqueta – Comparación