

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 610**

51 Int. Cl.:

B29B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2022 PCT/DE2022/100325**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.11.2023 WO23208260**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2022 E 22722687 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2024 EP 4291379**

54 Título: **Procedimiento de reciclado de plásticos para tratar residuos plásticos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.01.2025

73 Titular/es:
GRANNEX GMBH & CO. KG (100.00%)
Dornierstraße 11
49090 Osnabrück, DE

72 Inventor/es:
STOLZENBERG, ANDREAS y
BÖRGER, MARKUS

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 993 610 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 de reciclado de plásticos para tratar residuos plásticos

5 La invención parte de un procedimiento de reciclado de plásticos para tratar residuos plásticos, que presenta las etapas de: poner a disposición una corriente de mezcla de residuos plásticos que presenta, por un lado, una proporción variable de material 2D y una proporción variable de material 3D y, por otro lado, una distribución de densidad no homogénea, en donde las proporciones varían a lo largo del tiempo; lavar juntas ambas partes de la corriente de mezcla de residuos plásticos; triturar juntas ambas partes de la corriente de mezcla de residuos plásticos bajo alimentación de un fluido limpiador; separar en función de la densidad la corriente de mezcla de residuos plásticos en al menos dos fracciones, en donde la separación se realiza en función de un corte de separación de densidad predeterminable; separar la parte de material 2D y la parte de material 3D una de otra. Un procedimiento de este tipo se conoce por la publicación EP 0 557 816 A2. Se conocen además otros procedimientos por las publicaciones US 9 469 049 B2, US 5 257 740 A, WO 2009/061556 A1, US 2008/257794 A1 o US 5 351 895 A.

15 El aumento de las cantidades de residuos plásticos plantea enormes desafíos a nuestra sociedad en los años venideros. En 2019, se produjeron alrededor de 5,35 millones de toneladas de residuos plásticos posconsumo en Alemania. De esta cantidad, solo 1,33 millones de toneladas se condujeron a una valorización de materiales en plantas de tratamiento dentro de Alemania. Esto, a su vez, dio como resultado sólo 1,03 millones de toneladas de producción con una calidad adecuada para su reutilización en la industria de transformación de plásticos. Esto corresponde a una tasa de poco más del 19 %. La verdad sobre la capacidad de Alemania en cuanto al reciclado de plásticos y el uso de materiales reciclados es, por consiguiente, decepcionante.

20 A día de hoy, Alemania no cuenta con la infraestructura de reciclado necesaria para tratar económica y técnicamente las cantidades de residuos plásticos allí producidos de modo que se obtengan materiales reciclados de alta calidad. En la actualidad, muchas plantas de tratamiento no corresponden al estado de la técnica, están anticuadas y tienen una base económica muy débil.

25 El aumento de los volúmenes de residuos plásticos, las legislaciones nacionales e internacionales más estrictas sobre los procedimientos de autorización y el aumento de las tasas de valorización y el uso de materiales reciclados, así como las restricciones a la importación y exportación de residuos, plantean enormes desafíos a los estados miembros de la UE y, en particular, a las empresas de reciclado de plástico en los años venideros. Se necesitan con urgencia inversiones en capacidades de tratamiento y, en particular, en el desarrollo de nuevos procedimientos de tratamiento para resolver los desafíos y problemas descritos.

30 Uno de los mayores desafíos para los recicladores de plástico lo constituyen las mezclas de residuos plásticos muy contaminadas. Con los procesos y plantas de reciclado existentes, estas fracciones actualmente sólo se pueden tratar de manera muy limitada en cuanto a los materiales. Por lo tanto, actualmente una gran parte de estos residuos se somete a una valorización térmica. Además, la mayoría de los materiales reciclados producidos no posibilitan procesos estables de transformación de plásticos debido a deficiencias de calidad y, por lo tanto, rara vez sustituyen a los productos nuevos de manera sostenible en los productos de plástico técnicamente exigentes.

35 La situación actual requiere nuevos enfoques para el tratamiento y la creación de capacidades adicionales a fin de alcanzar las especificaciones actualmente ya vigentes de, entre otras, VerpackG y KrWG, aumentar de manera sostenible las tasas en cuanto a materiales y poner en el futuro materiales reciclados de plástico en cantidades suficientes y, en particular, de calidad alta y constante a disposición de la industria de transformación de plásticos como sustitutos de los plásticos primarios.

40 Es crítico desarrollar conceptos económicamente viables para el tratamiento de materiales de cantidades mixtas y muy contaminadas de residuos plásticos, que hasta ahora se han valorizado en su mayoría térmicamente. La tecnología de tratamiento nueva y moderna encierra un gran potencial para cumplir con las tasas de valorización y, entre otras cosas, evitar los impuestos sobre las mezclas de residuos plásticos que hasta ahora no se reciclaban en Alemania y reducir una carga económica y ecológica adicional causada por cantidades de residuos plásticos no valorizadas en forma de materiales.

45 Los plásticos a menudo se recogen en forma mixta, pero no se conducen al reprocesamiento hasta después de pasar por costosas etapas de separación mecánica en seco, como, por ejemplo, separadores balísticos o clasificadores NIR. Sin embargo, debido a que las películas, bolsas y envolturas son difíciles de limpiar y de separar de otros tipos de plástico en estos procedimientos y plantas existentes, la mayoría de las mismas no se conducen a un reprocesamiento, sino que se dan por perdidas en cuanto al reciclado. Por lo tanto, estos restos de clasificación, cuyos materiales no se valorizan como tales, se valorizan energéticamente y la energía térmica contenida se utiliza para proporcionar electricidad y calefacción urbana.

50 Por el documento DE 10 2013 213 478 A1 se conoce un procedimiento para separar y recuperar plásticos. Al inicio de este procedimiento se realizan una separación de los tipos de plástico deseados de una mezcla de plásticos resultante, una limpieza y un secado subsiguientes, una separación por tamaños, una clasificación por colores, una separación de los tipos de plástico deseados por tipo, una clasificación por colores de los lotes de plástico y una granulación y producción de regranulados. El procedimiento divulgado presenta la desventaja de que ciertos tipos de plástico se

separan previamente ya al principio y, como resultado, sólo se puede lograr una tasa de reciclado baja, ya que la mayoría de los plásticos separados no se conducen a un reciclado, sino a una valorización térmica.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es mejorar un procedimiento de reciclado de plásticos para tratar residuos plásticos de tal manera que sea posible lograr con el mismo un mayor rendimiento de bienes potencialmente reciclables y una pureza de tipos considerablemente elevada en los reciclados producidos a partir de mezclas de residuos plásticos. Además, el objetivo de la invención es tratar económicamente los más diversos flujos de materiales puestos a disposición por el mercado, aumentar la tasa de reciclado y la puesta a disposición de reciclados de alta calidad, en particular a partir de flujos de materiales que hasta ahora han sido difíciles de reciclar, y satisfacer la demanda de capacidades de tratamiento de forma descentralizada y regional.

En consecuencia, está previsto que el procedimiento de reciclado de plásticos presente además las etapas de: detectar la proporción de material 2D y/o la proporción de material 3D en la corriente de mezcla de residuos plásticos y regular un parámetro de alimentación de la corriente de mezcla de residuos plásticos en función de la proporción detectada de material 2D y/o 3D. La puesta a disposición de una corriente de mezcla de residuos plásticos con proporciones variables de material 2D y 3D puede implicar que la corriente de mezcla de residuos plásticos alimentada sea considerablemente más heterogénea en comparación con los métodos convencionales y, sobre todo, pueda estar sujeta a grandes fluctuaciones en términos de las proporciones individuales a lo largo del tiempo. La mezcla de residuos plásticos se puede proporcionar en forma de pacas. Las pacas de plástico prensadas se pueden colocar en una cinta de carga mediante una carretilla elevadora, se retiran los alambres de unión y se transportan a la tolva de una trituradora o fragmentadora, pudiéndose también dejar opcionalmente los cables en la paca. Puede estar previsto que el lavado de la corriente de mezcla de residuos plásticos se realice exclusivamente con agua. En comparación con los procedimientos convencionales, el lavado de la corriente de mezcla de residuos plásticos se puede realizar en su conjunto, de modo que el material 2D o las películas y el material 3D o los plásticos duros se laven previamente juntos. Por el contrario, de los procedimientos convencionales es sabido que estas dos fracciones se laven por separado.

Por lo tanto, el procedimiento según la invención presenta la ventaja de que puede procesar una corriente de mezcla de residuos plásticos con proporciones 2D/3D fluctuantes en la entrada. En comparación con los procedimientos conocidos por el estado de la técnica, el procesamiento conjunto de materiales 2D y 3D da como resultado un rendimiento considerablemente mayor de todos los componentes de material para una valorización de materiales. Además, en un mismo procedimiento o en una sola planta que lleve a cabo el procedimiento, se pueden obtener material molido de HDPE (Polietileno de Alta Densidad), material molido de PP (polipropileno) y material molido en película de PO (poliolefina), pudiéndose obtener además diferentes tipos de polímeros o termoplásticos separados unos de otros en caso de una implementación en varias etapas del procedimiento.

Por regla general, la separación 3D/2D en plantas de clasificación LVP tiene lugar antes de la trituración. Por el contrario, la presente invención presenta la ventaja de que, al desplazar esta etapa del procedimiento detrás de la etapa del proceso de disgregación, enriquecimiento y lavado, sólo se han de separar las películas/2D del material molido de cuerpo hueco/3D. En este contexto, no supone ningún problema para el proceso que haya fluctuaciones en la relación entre 2D y 3D en la corriente de mezcla de plásticos.

Está previsto que además se realicen una detección de la proporción de material 2D y/o la proporción de material 3D en la corriente de mezcla de residuos plásticos y una regulación de un parámetro de alimentación de la corriente de mezcla de residuos plásticos en función de la proporción detectada de material 2D y/o 3D. La detección de la proporción se puede realizar, por ejemplo, ópticamente y/o mediante medición de peso. Los parámetros de alimentación regulables pueden comprender, por ejemplo, el flujo másico y/o el flujo volumétrico y/o la velocidad de alimentación de la corriente de mezcla de residuos plásticos. El margen de fluctuación de la proporción 2D o la proporción 3D de la corriente de mezcla de residuos plásticos puede oscilar, en principio, entre el 0 % y el 100 %. En funcionamiento normal, el intervalo puede estar en particular en un intervalo del 20 %-80 % o incluso del 30 % - 70 %.

Además, está previsto que la separación de la parte de material 2D y la parte de material 3D una de otra se realice después de la separación de la corriente de mezcla de residuos plásticos en dos fracciones.

Además, la separación de la corriente de mezcla de residuos plásticos en dos fracciones puede realizarse después del lavado y/o después de la trituración de la corriente de mezcla de residuos plásticos. La trituración de la corriente de mezcla de residuos plásticos puede realizarse en un molino húmedo. Éste puede estar previsto para el uso simultáneo como molino de lavado y corte, en particular para material de entrada sucio. Se puede usar agua como fluido de limpieza. El fluido de limpieza se puede alimentar a la cámara de molienda del molino durante el proceso de trituración. El movimiento, que consiste en producir fricción del material entre sí, mientras al mismo tiempo se tritura, da como resultado un proceso de lavado altamente eficaz. En el molino, se puede generar un flujo que apoye la gravedad, por ejemplo, mediante una bomba de suministro. De este modo, se puede lograr un transporte sin bloqueo y sin desprendimiento del flujo.

Es concebible que el lavado de la corriente de mezcla de residuos plásticos se realice antes de la trituración de la corriente de mezcla de residuos plásticos. Como resultado del hecho de que el lavado se realiza antes de la trituración, y la trituración en un molino húmedo incluye además un proceso de limpieza adicional de la mezcla de residuos plásticos, la calidad y el rendimiento de las etapas posteriores del procedimiento para la separación de los tipos de

plástico puros y la separación por colores pueden aumentarse considerablemente y contribuir a minimizar las pérdidas. Además, puede estar previsto que se realice un proceso de lavado adicional de la corriente de mezcla de residuos plásticos después de la trituración de la corriente de mezcla de residuos plásticos.

5 Además, puede estar previsto que, antes de la separación de la parte de material 2D y la parte de material 3D una de otra, se realice una deshidratación de la corriente de mezcla de residuos plásticos. En este contexto, la deshidratación puede comprender una deshidratación mecánica y/o térmica.

10 La separación basada en la densidad de la corriente de mezcla de residuos plásticos se puede repetir varias veces para enriquecer una fracción de material deseada. Por lo tanto, puede estar previsto que la corriente de mezcla de plásticos pase por varios hidrociclones uno tras otro. La concentración del material molido es mayor en la salida para partículas con una densidad específica más alta del hidrociclón que en la salida para partículas con una densidad específica más baja. Por lo tanto, la densidad de la segunda etapa del hidrociclón se puede ajustar incrementalmente a menor o mayor que la densidad de la primera etapa. El hidrociclón presenta un segmento cilíndrico superior con una corriente de admisión tangencial y además un segmento cónico inferior con una corriente de fondo o una boquilla de ápice. Además, el hidrociclón puede presentar un buscador de vórtices o una boquilla de corriente superior, en forma de tubo de inmersión, que sobresalga axialmente desde arriba al interior del ciclón y termine por debajo de la corriente de admisión tangencial. Como resultado de la entrada tangencial en el segmento cilíndrico, el líquido es forzado a seguir una trayectoria circular y fluye hacia abajo en un remolino descendente. El estrechamiento del segmento cónico provoca un desplazamiento del volumen hacia el interior y un remanso en la zona inferior del cono, lo que da como resultado la formación de un remolino interior dirigido hacia arriba que escapa a través del buscador de vórtices o la abertura de corriente superior. El objetivo es separar la fracción específicamente más pesada (por ejemplo, la sustancia sólida) en la pared del ciclón y, por lo tanto, la descarga a través de la corriente de fondo, mientras que la fracción específicamente más ligera escapa a través de la corriente superior. El hidrociclón puede presentar un flujo vertical dirigido hacia abajo en la zona exterior (remolino primario) y hacia arriba en la zona interior (remolino secundario).

25 Por lo tanto, las partículas que se acumulan en estos flujos se alimentan a la abertura, bien de corriente superior, bien de corriente de fondo.

Puede estar previsto que la corriente de mezcla de residuos plásticos se alimente a un separador centrífugo, en particular un hidrociclón, para separarla en dos fracciones. Los hidrociclones se pueden usar para separar los plásticos según su densidad.

30 Además, puede estar previsto que la densidad predeterminable para separar la corriente de mezcla de residuos plásticos se pueda ajustar a entre 1 y 1,05 kg/dm³.

35 Además, puede estar previsto que la separación en dos fracciones comprenda enriquecer una fracción ligera en al menos un primer hidrociclón y enriquecer una fracción pesada en al menos un segundo hidrociclón. En este contexto, los hidrociclones pueden estar conectados en serie. Por ejemplo, puede estar previsto que un primer hidrociclón efectúe un primer corte de separación en una fracción ligera y una fracción pesada, y que esté previsto un hidrociclón adicional de fracción ligera que reciba la fracción ligera y la enriquezca aun más y/o que esté previsto un hidrociclón adicional de fracción pesada que reciba la fracción pesada y la enriquezca aun más. El hidrociclón de fracción pesada puede ser un hidrociclón de fondo plano.

En particular, puede estar previsto que la parte 3D comprenda residuos plásticos voluminosos, tales como cuerpos huecos, y la parte 2D comprenda residuos plásticos planos, tales como películas.

40 Es concebible que el lavado se lleve a cabo mediante agua y que se utilice agua como medio de limpieza al triturar la corriente de mezcla de residuos plásticos, estando el agua en cada caso libre de agentes de limpieza y/o agentes de floculación.

45 Puede estar previsto que el lavado y el lavado adicional de la corriente de mezcla de residuos plásticos se realicen en cada caso en un lavador por fricción. Como resultado de su orientación inclinada, la mezcla de residuos plásticos o el material molido presentes en el lavador por fricción se transportan desde abajo hasta una salida ubicada en la parte superior mediante un árbol helicoidal del separador de fricción, realizándose el proceso de lavado durante el transporte de abajo arriba. En este contexto, el material fino, junto con el agua y, por ejemplo, también papel reblandecido, se puede arrojar hacia el exterior a través de un tamiz fino que rodee el árbol helicoidal y puede salir a través de una tubuladura de salida. Si es necesario, se puede rellenar agua adicional directamente a través de una abertura de entrada. Puede estar previsto que se inyecte constantemente agua fresca o agua en circulación limpia para evitar que los orificios del tamiz se obstruyan. Adicionalmente, puede realizarse una limpieza mecánica constante de la superficie del tamiz.

55 Puede estar previsto que la separación de la parte de material 2D y la parte de material 3D se realice mediante clasificación neumática. En este contexto, las partículas individuales se pueden separar en una corriente de aire por medio de su relación de fuerza de inercia y/o gravedad con respecto a la resistencia al flujo. En este proceso, las partículas más finas, en particular planas, siguen el flujo y las más gruesas siguen la fuerza de masa. En el clasificador, las fracciones ligeras, tales como las películas o 2D, se pueden separar de otras fracciones pesadas, tales como los plásticos duros o los plásticos de cuerpo hueco o 3D. En este contexto, puede estar previsto también que se separen unas de otras más de dos fracciones. El clasificador neumático puede estar realizado como un clasificador en zigzag.

5 En este contexto, la corriente de plástico lavado y triturado que presenta material 2D y 3D se alimenta a través de un dispositivo de alimentación hermético a un canal de clasificador en forma de zigzag. En éste, el material ligero se separa del material pesado según un procedimiento de clasificación de flujo transversal múltiple. El aire necesario para la separación fluye a través del canal de clasificador de abajo arriba. Las partículas ligeras son arrastradas por la corriente de aire. Las partículas pesadas caen hacia abajo contra la corriente de aire y se descargan en la base del clasificador.

Además, puede estar previsto que el procedimiento de reciclado de plásticos presente las siguientes etapas antes del lavado de la corriente de mezcla de residuos plásticos: triturar previamente la corriente de mezcla de residuos plásticos; separar el material pesado y las sustancias extrañas de la corriente de mezcla de residuos plásticos previamente triturada. Como alternativa, el lavado también se puede llevar a cabo antes de la trituración previa.

10 En este contexto, la trituración previa, en particular la fragmentación, de la corriente de mezcla de residuos plásticos puede realizarse en el estado seco de la corriente de mezcla de residuos plásticos. Puede estar previsto que la fragmentadora presente un separador magnético para materiales que contengan hierro y/o un separador no de hierro para otros metales y que en el curso de la fragmentación o de la trituración previa se separen ya los materiales correspondientes. Puede estar previsto que la fragmentadora presente un acoplamiento de seguridad, mediante el cual la fragmentadora se pueda detener inmediatamente si hay piezas de metal más grandes en la corriente de mezcla de residuos plásticos.

15 También es concebible que la separación del material pesado se realice por medio de una trampa de material pesado, presentando la trampa de material pesado una separación por sumersión y flotación mediante la cual se separa el material pesado. En la trampa de material pesado, el material pesado o las sustancias extrañas pueden hundirse dentro de la trampa de material pesado en virtud de su mayor densidad y, por lo tanto, estar presentes como material hundido. Los plásticos que presentan una densidad más baja pueden evacuarse de la trampa de material pesado junto con el líquido en forma de suspensión y enviarse al tratamiento posterior. En este contexto, los plásticos contenidos en la suspensión pueden ser, por ejemplo, polietileno (PE) y/o polipropileno (PP) y/o tereftalato de polietileno (PET).

Además, antes de la separación del material pesado puede realizarse una separación de fracciones biógenas.

25 Además, antes de la separación del material pesado puede realizarse una separación de materiales que contengan metal. El material plástico mixto se puede liberar de las piezas metálicas mediante un imán y un separador no de hierro. Luego, los metales se pueden enviar de nuevo a la valorización de materiales.

Además, la trituración previa de la corriente de mezcla de residuos plásticos se puede realizar antes de la trituración, pudiendo la trituración producir fragmentos más finos que la trituración previa.

30 El procedimiento puede presentar además un circuito cerrado de agua de proceso sin alimentación continua o regular de agua fresca. En este contexto, el lavado, el lavado posterior y la trituración de la corriente de mezcla de residuos plásticos pueden estar integrados en el circuito de agua de proceso.

35 A diferencia de los procedimientos conocidos, en la presente invención puede estar previsto que se realicen una clasificación NIR para separar los tipos de plástico y/o una clasificación VIS para la separación por colores al final del proceso. La ventaja es que, como resultado, sólo pasan por las etapas de separación NIR mezclas de material molido lavadas como monocargas. Este proceso posibilita separar los plásticos según su tipo de una manera altamente eficaz. Como resultado, ya no existe el riesgo de mezcla cruzada que, de lo contrario, siempre existiría. La separación de tipos de plástico puede comprender una separación entre polipropileno y polietileno HD. Ambas fracciones pueden someterse en cada caso a una clasificación por colores. Además, ambas fracciones se pueden clasificar por claras, oscuras y/o coloridas.

40 Por medio de las siguientes figuras se explican detalles adicionales de la invención. Se muestran:

Fig. 1 un diagrama de flujo de un primer modo de realización del procedimiento de reciclado de plásticos según la invención;

45 Fig. 2 un diagrama de flujo de un segundo modo de realización del procedimiento de reciclado de plásticos según la invención;

Fig. 3 una representación de una conexión ejemplar de dos hidrociclones de diferente configuración.

50 En el procedimiento de reciclado de plásticos mostrado en la Figura 1 para tratar residuos plásticos, primero se pone a disposición 100 una corriente de mezcla de residuos plásticos en pacas. Ésta presenta, por un lado, una proporción variable de material 2D y, por otro lado, una proporción variable de material 3D. Además, la corriente de mezcla de residuos plásticos presenta una distribución de densidad no homogénea. La mezcla de residuos plásticos en forma de pacas se alimenta a una fragmentadora y se tritura previamente 110 en la misma. En ésta, además de la trituración previa del plástico, se realiza exteriormente una separación 115 de materiales que contienen metal de la corriente de mezcla de residuos plásticos. A continuación, el material triturado previamente se almacena temporalmente 117 de forma intermedia. A continuación, se usa un tornillo sin fin de lavado previo para lavar y remojar la corriente de mezcla de residuos plásticos y para la separación 20 de materias extrañas que se hunden, como, por ejemplo, piedras, arena

o vidrio. En este contexto, la mezcla de residuos plásticos se introduce en un tanque de lavado previo en un extremo inferior del tornillo de lavado previo y se presiona bajo agua mediante rodillos de paletas. La mezcla de residuos plásticos se transporta a continuación a la parte superior mediante uno o varios tornillos sin fin de transporte. Durante el transporte, el material se mueve mucho, de manera que los contaminantes como piedras, arena, vidrio y metales pueden hundirse fácilmente. Adicionalmente se remojan los elementos adheridos al plástico, de modo que éstos se puedan desprender mejor. Según el tipo de contaminantes, se pueden utilizar diferentes sistemas de descarga. Los contaminantes pequeños y simples, como piedras o vidrio, se pueden separar mediante un sistema de corredera con control temporal. En el caso de contaminantes más grandes o largos, como, por ejemplo, alambre, o de cantidades mayores de contaminantes, se pueden utilizar transportadores de cadena rascadora o tornillos sin fin para descargar los contaminantes. A continuación se alimenta la mezcla de residuos plásticos a un primer lavador por fricción para el lavado 200. Como resultado de su orientación inclinada, la mezcla de residuos plásticos o el material molido presentes en el lavador por fricción se transportan desde abajo hasta una salida ubicada en la parte superior mediante un árbol helicoidal del separador de fricción, realizándose el proceso de lavado durante el transporte de abajo arriba. En este contexto, el material fino, junto con el agua y, por ejemplo, también papel reblandecido, se puede arrojar el exterior a través de un tamiz fino que rodee el árbol helicoidal y puede salir a través de una tubuladura de salida. A continuación se tritura 300 la corriente de mezcla de residuos plásticos hasta un tamaño de partícula objetivo del material molido bajo alimentación de agua en un molino húmedo. En éste, la corriente de mezcla de residuos plásticos se lava y se tritura simultáneamente bajo alimentación de agua. El agua se alimenta a la cámara de molienda del molino durante el proceso de trituración. Después se alimenta la mezcla de residuos plásticos a un segundo lavador por fricción para un nuevo lavado 200.2. A continuación se realiza una separación 400 basada en la densidad de la corriente de mezcla de residuos plásticos en dos fracciones mediante un hidrociclón. En el modo de realización mostrado, la separación se realiza en función de un corte de separación de densidad de 1 kg/dm^3 . En este contexto, la fracción pesada con una densidad de $>1 \text{ kg/dm}^3$ se evacúa en la parte inferior del hidrociclón y la fracción ligera con una densidad de $<1 \text{ kg/dm}^3$ se evacúa en la parte superior del hidrociclón. En este contexto, la fracción pesada se purga del proceso, mientras que la fracción ligera se deshidrata a continuación primero mecánicamente 500.1 y luego térmicamente 500.2. Después, en un clasificador neumático, se separa 600 la fracción ligera en una parte de material 2D y una parte de material 3D. En este contexto, el material molido se separa en una corriente de gas por medio de su relación de fuerza de inercia y/o gravedad con respecto a la resistencia al flujo. En este proceso, las partículas de material molido más finas siguen el flujo, las más gruesas siguen la fuerza de masa. Así pues, en el clasificador neumático, la fracción ligera que comprende películas o 2D se separa de la fracción pesada que comprende plásticos duros o plásticos de cuerpo hueco o 3D.

El modo de realización del procedimiento según la invención mostrado en la Figura 2 presenta dos diferencias en comparación con el procedimiento mostrado en la Figura 1. Por un lado, en el modo de realización según la Figura 2, la separación se realiza en función de un corte de separación de densidad de $1,05 \text{ kg/dm}^3$. En este contexto, la fracción pesada con una densidad de $>1,05 \text{ kg/dm}^3$ se evacúa en la parte inferior del hidrociclón y la fracción ligera con una densidad de $<1,05 \text{ kg/dm}^3$ se evacúa en la parte superior del hidrociclón. Por otro lado, después de la separación 600 en el clasificador neumático, se realiza en la fracción de las poliolefinas de cuerpo hueco 3D una separación 700 mediante infrarrojo cercano (NIR) en los tipos de plástico HDPE y PP. Ambas corrientes de tipos de plástico se someten a continuación por separado a una clasificación por colores 800, en la que en cada caso se separan unas de otras una fracción clara, una oscura y una colorida, por ejemplo, mediante espectroscopía de luz visible (VIS).

La Figura 3 muestra un ejemplo de conexión de dos hidrociclones 10, 20 para obtener polímeros adicionales en el curso de la separación 400 basada en la densidad de la corriente 1 de mezcla de residuos plásticos. La corriente 1 de mezcla de residuos plásticos se alimenta a un primer hidrociclón 10 y presenta en este contexto, por ejemplo, PE, PP, PS, PET, PP-T, ABS y otros componentes. En el ejemplo representado, el primer hidrociclón 10 es un hidrociclón cónico y divide la corriente 1 de mezcla de residuos plásticos en una primera fracción ligera 2 y una primera fracción pesada 3. El primer hidrociclón 10 separa la primera fracción ligera 2 y la primera fracción pesada 3 con un corte de densidad de 1 kg/dm^3 . Por lo tanto, la primera fracción ligera 2 contiene PE y PP, por ejemplo. Por consiguiente, la primera fracción pesada 3 comprende el resto de la corriente 1 de mezcla de residuos plásticos, a saber, PS, PET, PP-T, ABS y los demás componentes. La primera fracción ligera 2 se alimenta a continuación a las etapas posteriores del proceso, la primera fracción pesada 3 en cambio se alimenta a un segundo hidrociclón 20, que está configurado como un hidrociclón de fondo plano. En éste se realiza un corte de separación por densidad en hasta $1,05 \text{ kg/dm}^3$, de modo que en el segundo hidrociclón 20 se separa una segunda fracción ligera 4 de una segunda fracción pesada 5. En este contexto, la segunda fracción ligera 4 comprende PS, PP-T y ABS, la segunda fracción pesada 5 comprende PET y los demás componentes. Después de pasar por los hidrociclones, todas las fracciones 2-5 se alimentan por separado unas de otras a las etapas posteriores del proceso.

Las características de la invención divulgadas en la descripción anterior, en los dibujos y en las reivindicaciones pueden ser esenciales para implementar la invención tanto individualmente como en cualquier combinación.

Lista de símbolos de referencia

- 1 corriente de mezcla de residuos plásticos
- 2 primera fracción ligera

ES 2 993 610 T3

- 3 primera fracción pesada
 - 4 segunda fracción ligera
 - 5 segunda fracción pesada
 - 10 primer hidrociclón
 - 5 20 segundo hidrociclón
 - 110 trituración previa
 - 115 separación de materiales que contienen metales
 - 117 almacenamiento temporal
 - 120 separación de materiales pesados y sustancias extrañas
 - 10 100 puesta a disposición de una corriente de mezcla de residuos plásticos
 - 200 lavado de la corriente de mezcla de residuos plásticos
 - 200.2 proceso de lavado adicional
 - 300 trituración de la corriente de mezcla de residuos plásticos
 - 400 separación basada en la densidad de la corriente de mezcla de residuos plásticos en al menos dos fracciones
 - 15 500.1 deshidratación mecánica
 - 500.2 deshidratación térmica
 - 600 separación de la parte de material 2D y la parte de material 3D
 - 700 separación de tipos de plástico NIR
 - 800 clasificación por colores
- 20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de reciclado de plásticos para tratar residuos plásticos, que presenta las etapas de:
poner a disposición (100) una corriente de mezcla de residuos plásticos que presenta, por un lado, una proporción variable de material 2D y una proporción variable de material 3D y, por otro lado, una distribución de densidad no homogénea, en donde las proporciones varían a lo largo del tiempo;
lavar juntas (200) ambas partes de la corriente de mezcla de residuos plásticos;
triturar juntas (300) ambas partes de la corriente de mezcla de residuos plásticos bajo alimentación de un fluido de limpieza;
separar (400) en función de la densidad la corriente de mezcla de residuos plásticos en al menos dos fracciones, realizándose la separación en función de un corte de separación de densidad predeterminable;
en al menos una de las fracciones separadas: separar (500) la parte de material 2D y la parte de material 3D una de otra;
detectar la proporción de material 2D y/o la proporción de material 3D en la corriente de mezcla de residuos plásticos;
regular un parámetro de alimentación de la corriente de mezcla de residuos plásticos en función de la proporción detectada de material 2D y/o 3D.
2. Procedimiento de reciclado de plásticos según la reivindicación 1, en donde la separación (400) de la corriente de mezcla de residuos plásticos en dos fracciones se realiza después de la trituración (300) de la corriente de mezcla de residuos plásticos.
3. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el lavado (200) de la corriente de mezcla de residuos plásticos se realiza antes de la trituración (300) de la corriente de mezcla de residuos plásticos.
4. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde un proceso adicional de lavado conjunto (200.2) de ambas partes de la corriente de mezcla de residuos plásticos se realiza después de la trituración (300) de la corriente de mezcla de residuos plásticos.
5. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde, antes de separar (500) la parte de material 2D y la parte de material 3D una de otra, se realiza una deshidratación (600) de la corriente de mezcla de residuos plásticos.
6. Procedimiento de reciclado de plásticos según la reivindicación 5, en donde la deshidratación comprende una deshidratación mecánica (500.1) y/o térmica (500.2).
7. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la separación (400) basada en la densidad de la corriente de mezcla de residuos plásticos se repite varias veces para enriquecer una fracción de material deseada.
8. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la corriente de mezcla de residuos plásticos se alimenta a un separador centrífugo, en particular un hidrociclón, para separarla (400) en dos fracciones.
9. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la densidad predeterminable para separar (400) la corriente de mezcla de residuos plásticos se puede ajustar a entre 1 y 1,05 kg/dm³.
10. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones 8 o 9, en donde la separación (400) en dos fracciones comprende enriquecer una fracción ligera en al menos un primer hidrociclón y enriquecer una fracción pesada en al menos un segundo hidrociclón.
11. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la parte 3D comprende residuos plásticos de cuerpo hueco y la parte 2D comprende residuos plásticos en forma de película.
12. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la separación (600) de la parte de material 2D y la parte de material 3D se realiza mediante clasificación neumática.
13. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la detección de la proporción de material 2D y/o 3D se realiza ópticamente y/o mediante medición de peso.
14. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la regulación

ES 2 993 610 T3

del parámetro de alimentación comprende regular el flujo másico y/o el flujo volumétrico y/o la velocidad de alimentación de la corriente de mezcla de residuos plásticos.

- 5 15. Procedimiento de reciclado de plásticos según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el margen de fluctuación de la proporción 2D o de la proporción 3D de la corriente de mezcla de residuos plásticos está en un intervalo del 20 %-80 %, en particular del 30 % - 70 %.

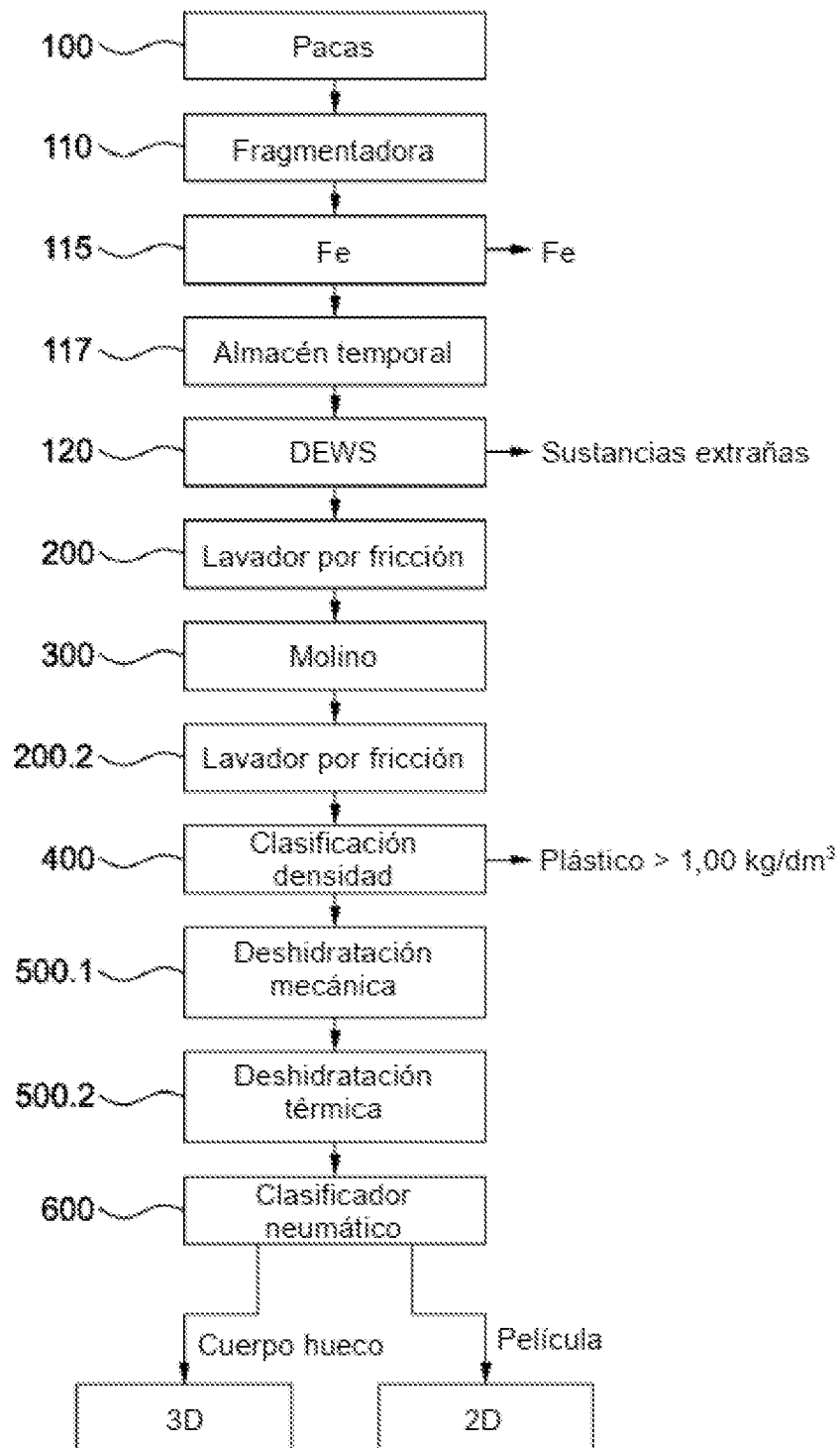


Fig. 1

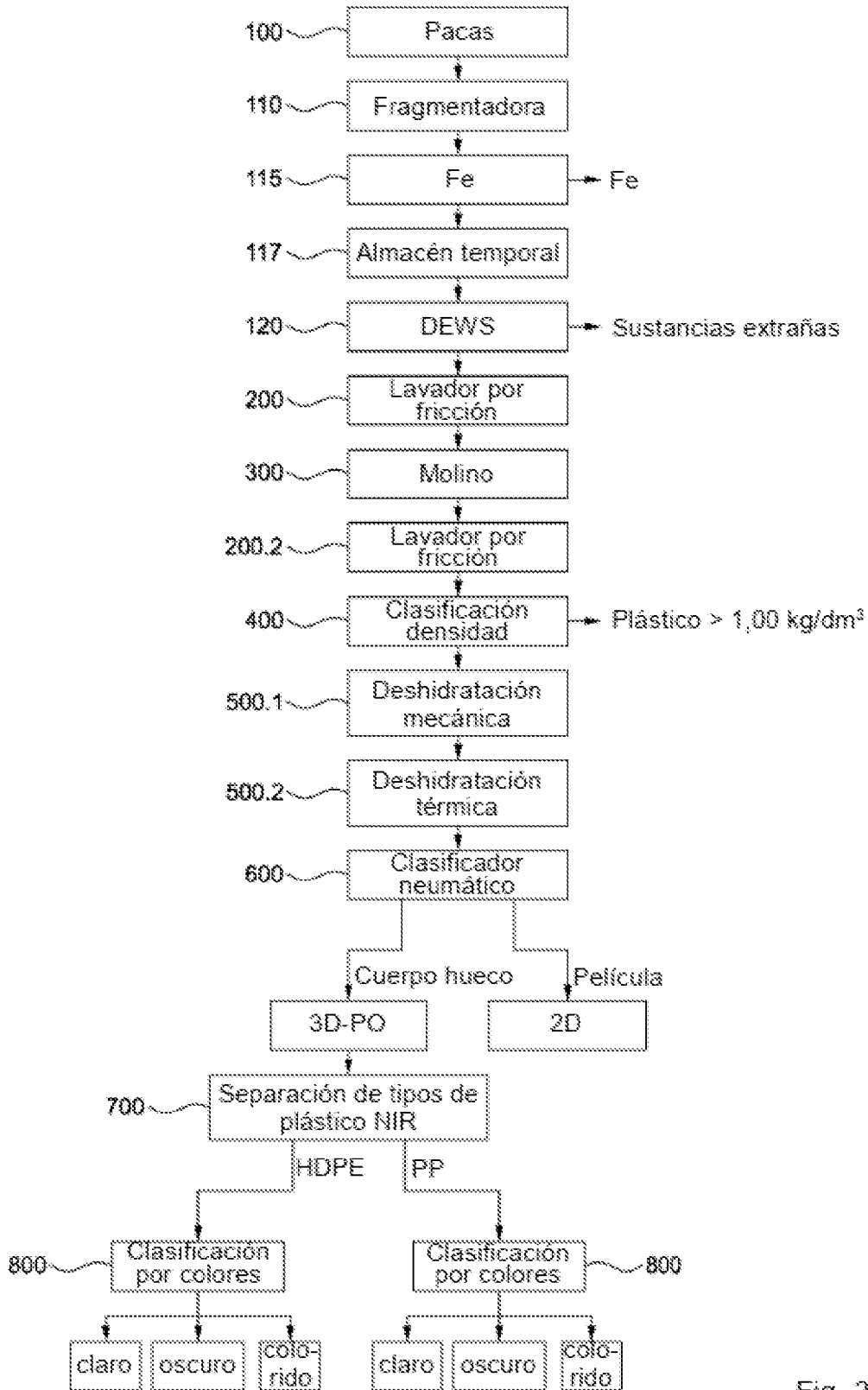


Fig. 2

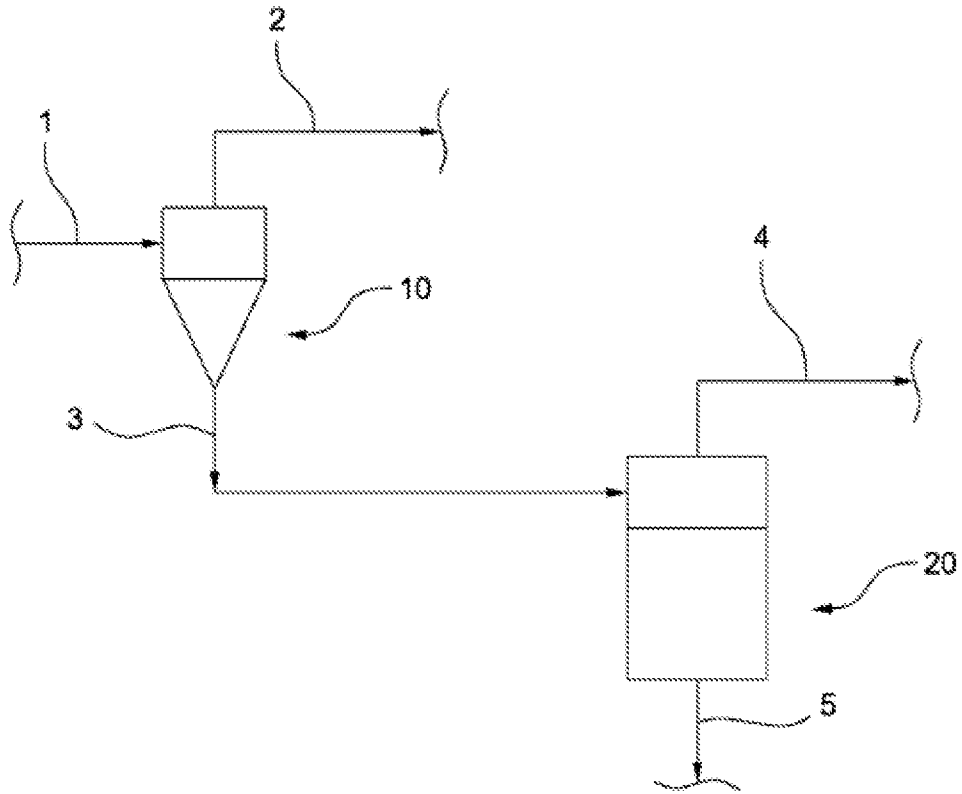


Fig. 3