

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 302**

51 Int. Cl.:

B29B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2017 PCT/EP2017/054517**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.09.2017 WO17148866**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2017 E 17709391 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3423250**

54 Título: **Proceso de limpieza de material plástico reciclable**

30 Prioridad:

29.02.2016 EP 16157866

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

08.03.2021

73 Titular/es:

**TUSTI B.V. (100.0%)
de Lismortel 31
5612 AR Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

KOLIJN, JAN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 810 302 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

Proceso de limpieza de material plástico reciclable

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un proceso para limpiar material plástico reciclable y al uso de una emulsión para eliminar contaminantes de un material plástico reciclable contaminado.

10 Antecedentes de la invención

El reciclaje de envases de plástico es cada vez más importante tanto desde el punto de vista ambiental como económico. Los envases de plástico que se van a reciclar generalmente contienen contaminantes en forma de residuos del material que una vez contenían. Dichos materiales incluyen, por ejemplo, detergentes, aceites de motor, leche, aceites para freír y aceites de cocina. Para eliminar los residuos de estos materiales de los recipientes de plástico, los recipientes de plástico generalmente se trituran y las partículas de plástico así obtenidas se someten a un proceso de limpieza. Los procesos de limpieza usados habitualmente para este fin son procesos intensivos en energía debido a las altas temperaturas que deben aplicarse y/o son perjudiciales para el medio ambiente ya que se utilizan disolventes combustibles o inflamables y/o agentes de limpieza corrosivos.

El documento WO 2011/019397 A1 desvela un método para limpiar un sustrato reciclable, usando una emulsión que comprende una mezcla de ésteres dibásicos. El documento JP 3156935 B2 desvela un método para eliminar una resina a base de polipropileno en forma de película de recubrimiento del parachoques de un automóvil: el parachoques se aplasta y el recubrimiento se recupera por flotación en una solución que comprende un tensioactivo. El documento US 2016/053205 A1 desvela el uso de ésteres dibásicos para eliminar recubrimientos tales como tintas, etiquetas, adhesivos y películas metálicas de un sustrato polimérico.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso de limpieza para materiales plásticos reciclables que consume menos energía y que al mismo tiempo sea ecológico.

Sumario de la invención

Ahora se ha descubierto que esto se puede establecer cuando se hace uso de una emulsión particular en el proceso de limpieza.

En consecuencia, la presente invención se refiere a un proceso para limpiar material plástico reciclable según la reivindicación 1.

Una ventaja importante de la presente invención reside en el hecho de que el presente proceso puede llevarse a cabo a baja temperatura y baja presión, mientras que, al mismo tiempo, puede evitarse el uso de un disolvente combustible o inflamable, y que al menos parte de la fase acuosa puede reutilizarse, permitiendo un proceso de limpieza ambientalmente seguro y económicamente atractivo. Además, de acuerdo con la presente invención, también la fase disolvente aplicada puede reciclarse, contribuyendo aún más al atractivo ambiental del presente proceso.

45 Descripción detallada de la invención

En la etapa (a), se proporciona un material plástico reciclable contaminado. De acuerdo con la presente invención, se puede limpiar una amplia variedad de materiales plásticos reciclables no basados en estireno. El material plástico reciclable que no es a base de estireno puede seleccionarse adecuadamente a partir del grupo que consiste en un material reciclable de polietileno de alta densidad, material de polietileno de baja densidad, material de tereftalato de polietileno, material de polipropileno, material de cloruro de polivinilo, material de poliamida, material de tereftalato de polibutileno, material de policarbonato, material de polimetilmetacrilato y material de polioximetileno. Los copolímeros de cualquiera de estos materiales poliméricos reciclables no basado en estireno también se pueden usar adecuadamente de acuerdo con la presente invención. Además, el material plástico reciclable que se usará en la presente invención también puede ser adecuadamente un material compuesto polimérico laminado en el que dos o más de estos materiales poliméricos se han laminado entre sí.

Preferentemente, el material plástico reciclado no basado en estireno es un material reciclable de polietileno de alta densidad o material de tereftalato de polietileno.

Adecuadamente, el material plástico reciclado contaminado no basado en estireno deriva de recipientes de productos de consumo. Los recipientes de plástico pueden ser recipientes para productos de consumo como alimentos o bebidas, productos de aceite, productos lubricantes, productos cosméticos o sus residuos. Los ejemplos adecuados de productos alimenticios incluyen salsas, yogur y mayonesa. Los ejemplos adecuados de bebidas incluyen limonadas, bebidas alcohólicas y leche. Los ejemplos adecuados de productos e aceite son aceites para freír y aceites para cocinar. Los ejemplos adecuados para aceites lubricantes son aceites dieléctricos y aceites de motor. Los ejemplos

ES 2 810 302 T3

adecuados de productos cosméticos incluyen lociones corporales, composiciones de protección solar y champús. Preferentemente, los contaminantes están en forma líquida.

5 El material plástico no estireno reciclable contaminado generalmente se proporcionará en forma de partículas de plástico que se obtienen triturando o moliendo recipientes de plástico contaminados en partes de recipientes de plástico. Las partículas pueden estar, por ejemplo, en forma de escamas. Si las partículas tienen forma de escamas, el área de superficie promedio de las escamas puede estar adecuadamente en el intervalo de 8-1.600 cm², preferentemente en el intervalo de 50-900 cm².

10 El material plástico reciclable contaminado que se proporcionará en la etapa (a) puede someterse a una etapa de limpieza previa. En dicha etapa de limpieza previa, los materiales no deseados, tales como el vidrio, el metal y la arena, se pueden eliminar del material plástico reciclable contaminado antes de proporcionarlo en la etapa (a).

15 En la etapa (b), el material plástico reciclable contaminado se pone en contacto a una temperatura en el intervalo de 5-35 °C con una mezcla líquida que comprende una fase acuosa y una fase disolvente separada para eliminar los contaminantes del material plástico reciclable contaminado, por lo que la fase disolvente comprende un éster de ácido graso y está presente en forma de gotículas que se distribuyen al menos parcialmente en la fase acuosa.

20 La temperatura en la etapa (b) está, preferentemente, en el intervalo de 15-30 °C, más preferentemente en el intervalo de 15-25 °C.

Adecuadamente, la etapa (b) se lleva a cabo a presión atmosférica.

25 La fase acuosa está presente en una cantidad de más de 50 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida. Preferentemente, la fase acuosa está presente en una cantidad en el intervalo de 60-90 % en peso, más preferentemente en una cantidad en el intervalo de 75-90 % en peso, y, lo más preferentemente, en una cantidad en el intervalo de 80-90 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida.

30 La fase disolvente en la etapa (b) está presente, preferentemente, en una cantidad en el intervalo de 1 a 30 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida. Más preferentemente, la fase disolvente en la etapa (b) está presente en una cantidad en el intervalo de 1-20 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida. Incluso más preferentemente, la fase disolvente en la etapa (b) está presente en una cantidad en el intervalo de 5-20 % en peso y, más preferentemente, la fase disolvente está presente en una cantidad en el intervalo de 10-20 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida.

35 La relación en peso de la fase acuosa y la fase disolvente (W/S) que se va a usar en la etapa (b) está, adecuadamente, en el intervalo de 2-90, preferentemente en el intervalo de 4-90 y, más preferentemente, en el intervalo de 4-18.

40 Adecuadamente, la mezcla líquida que se utilizará en la etapa (b) tiene un pH en el intervalo de 6-8, preferentemente, en el intervalo de 6,5-7,5 y más, preferentemente, un pH de 7,0.

45 En la etapa (b), la fase disolvente está presente en forma de gotículas que están distribuidas al menos en parte en la fase acuosa. La parte principal de la fase disolvente estará presente en forma de gotículas distribuidas en la fase acuosa. Sin embargo, también parte de la fase disolvente puede estar en forma de gotículas que se distribuyen a lo largo de la superficie de la fase acuosa.

50 Las gotículas de la fase disolvente pueden formarse adecuadamente en la fase acuosa mezclando físicamente la fase acuosa y la fase disolvente separadas antes o durante la etapa (b). La fase acuosa y la fase disolvente separadas se pueden mezclar, por ejemplo, adecuadamente para formar la mezcla líquida en un recipiente separado mediante agitación o batido antes de que se aplique en la etapa (b). En otra realización, la fase acuosa y la fase disolvente se pueden mezclar durante la etapa (b) usando boquillas que rocían, respectivamente, la fase acuosa y la fase disolvente en pulverizaciones de gotículas que se dejan mezclar para formar la mezcla líquida. Preferentemente, en la etapa (b) se usa una mezcla líquida que se forma antes de su uso en la etapa (b). Se entenderá que la viscosidad cinética de la fase disolvente es mayor que la viscosidad cinemática de la fase acuosa.

55 La mezcla líquida se comporta como una emulsión inestable que permite, en ausencia del uso de mezcla física, la separación de fases en dos capas líquidas, es decir, una capa de fase acuosa y una capa de fase disolvente. Antes de la separación de fases, la mezcla líquida fluiría como un líquido. Preferentemente, la mezcla líquida no contiene un agente emulsionante o está sustancialmente libre de un agente emulsionante. Preferentemente, se permite que la mezcla líquida se separe en fases rápida y completamente en una fase acuosa y una fase disolvente. Preferentemente, la mezcla líquida es una emulsión inestable. La ventaja de la mezcla líquida que se utilizará de acuerdo con la presente invención es que la separación de fases de la fase acuosa y la fase disolvente permite una recuperación fácil y una aplicación adicional de estas fases, tal como la reutilización de estas fases en el presente proceso.

65 La fase acuosa comprende adecuadamente agua destilada. La fase acuosa que se utilizará en la etapa (b) puede contener una o más sales o partículas finamente molidas para establecer el denominado medio pesado. Los ejemplos

adecuados de tales sales incluyen cloruro de sodio (NaCl), cloruro de magnesio (MgCl₂) y cloruro de calcio (CaCl₂). Los ejemplos adecuados de tales partículas finamente trituradas incluyen arcilla y ferrosilicio. Preferentemente, la fase acuosa que se va a utilizar en la etapa (b) consiste en agua, más preferentemente agua destilada.

5 La fase disolvente en la etapa (b) comprende un éster de ácido graso. El éster de ácido graso es un éster de ácido graso que tiene la fórmula general (I) de R¹-(C=O)-R², en la que R¹ es un grupo alquilo que comprende entre 8-24 átomos de carbono, y R² es un grupo de alcohol alquílico que comprende entre 1-4 átomos de carbono.

10 Preferentemente, R¹ es un grupo alquilo que comprende entre 12-20 átomos de carbono. R¹ puede ser un grupo alquilo lineal o ramificado. Además, R¹ puede ser un grupo alquilo saturado o (mono o múltiple) insaturado.

Preferentemente, R² es un grupo de alcohol alquílico que comprende 1-4 átomos de carbono, más preferentemente 1 o 2 átomos de carbono.

15 Los ésteres de ácido graso que se van a usar de acuerdo con la presente invención se preparan adecuadamente haciendo reaccionar un ácido graso con un alcohol. Adecuadamente, el éster de ácido graso se deriva de un ácido graso saturado o ácido graso insaturado. Los ejemplos adecuados de ácidos grasos saturados a partir de los cuales se puede derivar el éster de ácido graso incluyen los seleccionados del grupo que consiste en ácido nonanoico, ácido isononanoico, ácido decanoico, ácido isodecanoico, ácido undecanoico, ácido iso-undecanoico, ácido dodecanoico, ácido iso-dodecanoico, ácido tridecanoico, ácido iso-tridecanoico, ácido tetradecanoico, ácido iso-tetradecanoico, ácido pentadecanoico, ácido iso-pentadecanoico, ácido hexadecanoico, ácido iso-hexadecanoico, ácido heptadecanoico, ácido iso-heptadecanoico, ácido octadecanoico, ácido iso-octadecanoico, ácido nonadecanoico, ácido iso-nonadecanoico, ácido eicosanoico, ácido iso-eicosanoico, ácido heneicosanoico, ácido iso-heneicosanoico, ácido docosanoico, ácido iso-docosanoico, ácidotricosanoico, ácido iso-tricosanoico, ácido tetracosanoico, ácido iso-tetracosanoico, ácido pentacosanoico y ácido iso-pentacosanoico. Los ejemplos adecuados de ácidos grasos insaturados a partir de los cuales se puede derivar el éster de ácido graso incluyen los elegidos del grupo que consiste en ácidos grasos monoinsaturados, tales como ácido crotonico, ácido miristoleico, ácido palmitoleico, ácido sapiénico, ácido oleico, ácido eláidico, ácido vaccénico, gadoleico, ácido eicosenoico, ácido erúxico, ácido nervónico, ácidos grasos diinsaturados, tales como ácido linoleico, ácido eicosadienoico y ácido docosadienoico; ácidos grasos triinsaturados, tales como ácido linolénico, ácido pinolénico, ácido eleosteárico, ácido de Mead, ácido dihomo-γ-linolénico y ácido eicosatrienoico; ácidos grasos tetrainsaturados, tales como ácido estearidónico, ácido araquidónico, ácido eicosatetraenoico y ácido adrénico; ácidos grasos pentainsaturados, tales como ácido bosseopentaenoico, ácido eicosapentaenoico, ácido ozubondo, ácido de sardina y ácido tetracosanolpentaenoico; y ácidos grasos hexainsaturados, tales como ácido docosahexaenoico y ácido de arenque.

35 Preferentemente, el éster de ácido graso deriva de un ácido graso saturado seleccionado del grupo que consiste en ácido tridecanoico, ácido iso-tridecanoico, ácido tetradecanoico, ácido iso-tetradecanoico, ácido pentadecanoico, ácido iso-pentadecanoico, ácido hexadecanoico, ácido iso-hexadecanoico, ácido heptadecanoico, ácido iso-heptadecanoico, ácido octadecanoico, ácido iso-octadecanoico, ácido nonadecanoico, ácido iso-nonadecanoico, ácido eicosanoico, ácido iso-eicosanoico, ácido heneicosanoico y ácido iso-heneicosanoico.

Más preferentemente, el éster de ácido graso deriva de un ácido graso saturado seleccionado del grupo que consiste en ácido hexadecanoico, ácido iso-hexadecanoico, ácido heptadecanoico, ácido iso-heptadecanoico, ácido octadecanoico y ácido iso-octadecanoico.

45 Cuando el éster de ácido graso deriva de un ácido graso insaturado, el ácido graso insaturado se selecciona, preferentemente, del grupo que consiste en ácidos grasos monoinsaturados, tales como miristoleico, ácido palmitoleico, ácido sapiénico, ácido oleico, ácido eláidico, ácido vaccénico, gadoleico, ácido eicosenoico; ácidos grasos diinsaturados, tales como ácido linoleico, ácido eicosadienoico; ácidos grasos triinsaturados, tales como ácido linolénico, ácido pinolénico, ácido eleosteárico, ácido de Mead, ácido dihomo-γ-linolénico, ácido eicosatrienoico; ácidos grasos tetrainsaturados, tales como ácido estearidónico, ácido araquidónico, ácido eicosatetraenoico; y ácidos grasos pentainsaturados, tales como ácido bosseopentaenoico y ácido eicosapentaenoico.

55 Más preferentemente, el ácido graso insaturado seleccionado del grupo que consiste en ácidos grasos monoinsaturados, tales como ácido palmitoleico, ácido sapiénico, ácido oleico, ácido eláidico, ácido vaccénico; ácidos grasos diinsaturados, tal como ácido linoleico; ácidos grasos triinsaturados, tales como ácido linolénico, ácido pinolénico, ácido eleosteárico; ácidos grasos tetrainsaturados, tales como ácido estearidónico, ácido araquidónico; y ácidos grasos pentainsaturados, tal como ácido bosseopentaenoico.

60 Lo más preferentemente, el éster de ácido graso deriva de ácido linoleico.

El ácido graso se hace reaccionar, preferentemente, con metanol o etanol, más preferentemente con metanol.

65 Los ésteres de ácidos grasos preferentes para su uso de acuerdo con la presente invención pueden ser, adecuadamente, ésteres de ácidos grasos saturados o ésteres de ácidos grasos insaturados.

Los ejemplos adecuados de ésteres de ácidos grasos saturados son aquellos seleccionados del grupo que consiste en éster metílico de ácido nonanoico, éster metílico de ácido isononanoico, éster metílico de ácido decanoico, éster metílico de ácido isodecanoico, éster metílico de ácido undecanoico, éster metílico de ácido iso-undecanoico, éster metílico de ácido dodecanoico, éster metílico de ácido iso-dodecanoico, éster metílico de ácido tridecanoico, éster metílico de ácido iso-tridecanoico, éster metílico de ácido tetradecanoico, éster metílico de ácido iso-tetradecanoico, éster metílico de ácido pentadecanoico, éster metílico de ácido iso-pentadecanoico, éster metílico de ácido hexadecanoico, éster metílico de ácido isohexadecanoico, éster metílico de ácido heptadecanoico, éster metílico de ácido iso-heptadecanoico, éster metílico de ácido octadecanoico, éster metílico de ácido iso-octadecanoico, éster metílico de ácido nonadecanoico, éster metílico de ácido iso-nonadecanoico, éster metílico de ácido eicosanoico, éster metílico de ácido isoeicosanoico, éster metílico de ácido heneicosanoico, éster metílico de ácido isoheneicosanoico, éster metílico de ácido docosanoico, éster metílico de ácido iso-docosanoico, éster metílico de ácido tricosanoico, éster metílico de ácido iso-tricosanoico, éster metílico de ácido tetracosanoico, éster metílico de ácido iso-tetracosanoico, éster metílico de ácido pentacosanoico y éster metílico de ácido isopentacosanoico.

Los ejemplos adecuados de ésteres de ácidos grasos insaturados incluyen los seleccionados del grupo que consiste en éster metílico de ácido crotónico, éster metílico de ácido miristoleico, éster metílico de ácido palmitoleico, éster metílico de ácido sapiénico, éster metílico de ácido oleico, éster metílico de ácido elaídico, éster metílico de ácido vaccénico, éster metílico de ácido gadoleico, eicosenoico, éster metílico de ácido erúcico, éster metílico de ácido nervónico; ésteres metílicos de ácido graso di-insaturado, tales como éster metílico de ácido linoleico, éster metílico de ácido eicosadienoico y éster metílico de ácido docosadienoico; ésteres metílicos de ácidos grasos triinsaturados, tales como éster metílico de ácido linolénico, éster metílico de ácido pinolénico, éster metílico de ácido eleosteárico, éster metílico de ácido de mead, éster metílico de ácido dihomo- γ -linolénico y éster metílico de ácido eicosatrienoico; ésteres metílicos de ácidos grasos tetrainsaturados tales como éster metílico de ácido estearidónico, éster metílico de ácido araquidónico, éster metílico de ácido eicosatetraenoico y éster metílico de ácido adrénico; ésteres metílicos de ácidos grasos pentainsaturados, tales como éster metílico de ácido bosseopentaenoico, éster metílico de ácido eicosapentaenoico, éster metílico de ácido ozubondo, éster metílico de ácido de sardina, éster metílico de ácido tetracosanolpentaenoico; y ésteres metílicos de ácidos grasos hexainsaturados, tales como éster metílico de ácido docosaheptaenoico y éster metílico de ácido de arenque.

Preferentemente, el éster de ácido graso se selecciona del grupo que consiste en éster metílico de ácido tridecanoico, éster metílico de ácido iso-tridecanoico, éster metílico de ácido tetradecanoico, éster metílico de ácido iso-tetradecanoico, éster metílico de ácido pentadecanoico, éster metílico de ácido iso-pentadecanoico, éster metílico de ácido hexadecanoico, éster metílico de ácido isohexadecanoico, éster metílico de ácido heptadecanoico, éster metílico de ácido iso-heptadecanoico, éster metílico de ácido octadecanoico, éster metílico de ácido iso-octadecanoico, éster metílico de ácido nonadecanoico, éster metílico de ácido iso-nonadecanoico, éster metílico de ácido eicosanoico, éster metílico de ácido isoeicosanoico, éster metílico de ácido heneicosanoico y éster metílico de ácido isoheneicosanoico. Preferentemente, el éster de ácido graso insaturado se selecciona del grupo que consiste en miristoleico, éster metílico de ácido palmitoleico, éster metílico de ácido sapiénico, éster metílico de ácido oleico, éster metílico de ácido elaídico, éster metílico de ácido vaccénico, éster metílico de ácido gadoleico y eicosenoico; ésteres metílicos de ácidos grasos diinsaturados, tales como éster metílico de ácido linoleico y éster metílico de ácido eicosadienoico; ésteres metílicos de ácidos grasos triinsaturados, tales como éster metílico de ácido linolénico, éster metílico de ácido pinolénico, éster metílico de ácido eleosteárico, éster metílico de ácido de mead, éster metílico de ácido dihomo- γ -linolénico y éster metílico de ácido eicosatrienoico; ésteres metílicos de ácidos grasos tetrainsaturados tales como éster metílico de ácido estearidónico, éster metílico de ácido araquidónico y éster metílico de ácido eicosatetraenoico; y ésteres metílicos de ácidos grasos pentainsaturados, tal como éster metílico de ácido bosseopentaenoico y éster metílico de ácido eicosapentaenoico.

Más preferentemente, el éster de ácido graso saturado se selecciona del grupo que consiste en éster metílico de ácido hexadecanoico, éster metílico de ácido isohexadecanoico, éster metílico de ácido heptadecanoico, éster metílico de ácido iso-heptadecanoico, éster metílico de ácido octadecanoico y éster metílico de ácido iso-octadecanoico. Más preferentemente, el éster de ácido graso insaturado se selecciona del grupo que consiste en éster metílico de ácido palmitoleico, éster metílico de ácido sapiénico, éster metílico de ácido oleico, éster metílico de ácido elaídico y éster metílico de ácido vaccénico; ésteres metílicos de ácidos grasos diinsaturados, tales como éster metílico de ácido linoleico; ésteres metílicos de ácidos grasos triinsaturados, tales como éster metílico de ácido linolénico, éster metílico de ácido pinolénico y éster metílico de ácido eleosteárico; ésteres metílicos de ácidos grasos tetrainsaturados, tales como éster metílico de ácido estearidónico y éster metílico de ácido araquidónico y ésteres metílicos de ácidos grasos pentainsaturados, tales como éster metílico de ácido bosseopentaenoico.

Lo más preferentemente, el éster de ácido graso es el éster metílico de ácido linoleico. Los ésteres de ácidos grasos particularmente preferidos para su uso de acuerdo con la presente invención incluyen linoleato de metilo, nonanoato de metilo y dodecanoato de etilo. Se obtienen resultados especialmente atractivos cuando se utiliza nonanoato de metilo.

En una realización atractiva particular, dado que el uso de los ésteres de ácidos grasos está hecho de biodiésel.

En consecuencia, la presente invención se refiere preferentemente a un proceso para limpiar material plástico

reciclable, que comprende las siguientes etapas:

- (a) proporcionar un material plástico no basado en estireno reciclable contaminado;
- 5 (b) poner en contacto el material plástico reciclable contaminado a una temperatura en el intervalo de 5-35 °C con una mezcla líquida que comprende una fase acuosa y una fase disolvente separada para eliminar los contaminantes del material plástico reciclable contaminado, en el que la fase disolvente comprende un biodiésel y está presente en forma de gotículas que están distribuidas al menos en parte en la fase acuosa, y en el que la fase acuosa está presente en una cantidad de más de 50 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida;
- 10 (c) separar al menos parte del material plástico reciclable obtenido en la etapa (b) de la mezcla líquida obtenida en la etapa (b) que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado;
- (d) permitir que al menos parte de la mezcla líquida obtenida en la etapa (c) se separe en fases en una fase acuosa y una fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado; y
- (e) reciclar al menos parte de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) a la etapa (b).

15 Los biodiésel se conocen habitualmente como combustibles diésel a base de grasas vegetales o animales que comprenden ésteres de alquilo de cadena larga (por ejemplo, metilo, etilo o propilo). El biodiésel se produce normalmente haciendo reaccionar químicamente los lípidos (por ejemplo, aceite vegetal, aceite de soja o grasa animal) con un alcohol para producir ésteres de ácidos grasos. Por tanto, de acuerdo con la presente invención, el disolvente en la fase disolvente comprende, preferentemente, un biodiésel.

20 Las grasas y aceites adecuados con los que se puede hacer el biodiésel son aceites vegetales o productos de desecho derivados de grasas vegetales o animales. Los aceites vegetales adecuados que pueden usarse en la producción de biodiésel incluyen: aceite de colza, aceite de soja, aceite de palma, aceite de mostaza, aceite de ricino, aceite de coco (aceite de copra), aceite de maíz, aceite de semilla de algodón, aceite de linaza falsa, aceite de cáñamo, aceite de cacahuete, aceite de rábano, aceite de ramtil, aceite de salvado de arroz, aceite de cártamo, aceite de girasol, aceite de tung, aceite de algas, aceite de copaiba, aceite de pongamia, aceite de jatrofa, aceite de jobba, aceite de arbusto de leche, aceite de nuez de petróleo, aceite de nuez, aceite de girasol, aceite de damar, aceite de linaza, aceite de semillas de amapola, aceite de árbol de sebo, aceite de *Vernonia*, aceite del fruto del alcornoque, aceite de semillas de manzana, aceite de datilero del desierto, aceite de lesquerella, aceite de *Brucea javanica*, aceite de lampazo (aceite de bardana mayor), aceite de nuez de la India (aceite de nuez de kukui), aceite de semilla de zanahoria, aceite de chaulmoogra, aceite de abisinia, aceite de *Cuphea*, aceite de limón, aceite de naranja, aceite de mango, manteca de mowrah, aceite de neem, aceite de semilla de rosa mosqueta, aceite de espinillo amarillo, manteca de karité, aceite de semillas de sauquillo (aceite de *Viburnum*), aceite de sebo, aceite de tamanu y aceite de haba tonka (aceite de cumaru). Los productos de desecho adecuados incluyen aceites mixtos usados para cocinar y/o freír y desechos de instalaciones de destrucción de animales.

El biodiésel preferido para su uso como disolvente en la fase disolvente de acuerdo con la presente invención incluye biodiésel derivados de aceites de soja, aceites de colza y aceites de cocina usados.

40 El biodiésel tiene, preferentemente, un peso molecular promedio en el intervalo de 220-350 g/mol, más preferentemente en el intervalo de 250-300 g/mol.

El biodiésel tiene, preferentemente, una viscosidad cinemática en el intervalo de 2-8, más preferentemente en el intervalo de 2-6 mm²/s (a 40 °C).

45 La fase disolvente que comprende un biodiésel y contiene los contaminantes puede recuperarse adecuadamente después de la etapa (d) y procesarse adicionalmente. El biodiésel puede usarse, por ejemplo, en procesos para preparar jabones, biodiésel, compuestos de superficie activa o la preparación de gas. Una ventaja importante del uso de biodiésel es que no es necesario separar los contaminantes del biodiésel, sino que la mezcla de biodiésel y contaminantes se puede usar directamente en dichos procesos adicionales.

50 Las etapas (a) y (b) se llevan a cabo adecuadamente en el mismo sistema, por ejemplo un recipiente o tanque cerrado. El contacto en la etapa (b) se establece adecuadamente mezclando el material plástico reciclable no basado en estireno y la mezcla líquida. Adecuadamente, por lo tanto, el recipiente o tanque contará con un sistema de mezcla para agitar el contenido del recipiente o tanque y establecer un contacto suficiente entre el material plástico reciclable y la mezcla líquida en la etapa (b). Al mezclar la mezcla líquida y el material plástico reciclable que está adecuadamente en forma de partículas trituradas o molidas, en la etapa (b) se obtendrá una suspensión que comprende partículas de plástico y la mezcla líquida.

60 La etapa (b) se llevará a cabo adecuadamente durante un período de tiempo predeterminado. Preferentemente, la etapa (b) se lleva a cabo durante un período de tiempo relativamente corto. Adecuadamente, la etapa (b) se lleva a cabo durante un período de tiempo en el intervalo de 15 segundos a 20 minutos, preferentemente durante un período de tiempo en el intervalo de 1-15 minutos, más preferentemente durante un período de tiempo en el intervalo de entre 2 y 15 minutos, y, lo más preferentemente, durante un período de tiempo en el intervalo de 2 a 10 minutos.

65 La etapa (b) se puede llevar a cabo adecuadamente a diversas presiones. La etapa (b) se lleva a cabo,

preferentemente, a presión atmosférica.

Si se desea, la etapa (b) puede llevarse a cabo en una serie de recipientes o tanques que están interconectados entre sí. De esta manera, la etapa (b) puede llevarse a cabo en varias etapas, lo que garantiza que los contaminantes se eliminen suficientemente del material plástico reciclable. También es posible llevar a cabo la etapa (b) en un modo de operación discontinua en el que se operan tanques o recipientes separados uno tras otro.

En la etapa (c), el material plástico reciclable obtenido en la etapa (b) se separa al menos de la mezcla líquida obtenida en la etapa (b) que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado. Preferentemente, sustancialmente todo el material plástico reciclable se elimina en la etapa (c) de la mezcla líquida. En el contexto de la presente solicitud, esto significa que más del 95 % del plástico reciclable y, preferentemente, más del 99 % del material plástico reciclable se separa de la mezcla líquida en la etapa (c). Para establecer la separación, la suspensión que comprende partículas de material plástico reciclado y la mezcla líquida obtenida en la etapa (b) puede pasarse adecuadamente a un sistema de separación en el que el material plástico limpio en forma de partículas se separará de la mezcla líquida que contiene contaminantes. Se pueden usar diversos sistemas de separación en la etapa (c). Adecuadamente, el sistema de separación es un ciclón. Otros sistemas de separación adecuados incluyen tanques de flotación-hundimiento.

La separación en la etapa (c) se puede llevar a cabo adecuadamente a una temperatura en el intervalo de 10-35 °C, preferentemente a una temperatura en el intervalo de 15-25 °C. La etapa (c), puede llevarse a cabo adecuadamente a diversas presiones. Preferentemente, la etapa (c) se lleva a cabo a presión atmosférica.

En la etapa (d), se permite que al menos parte de la mezcla líquida obtenida en la etapa (c) se separe en fases en una fase acuosa y una fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado. Preferentemente, se permite que la mezcla líquida completa obtenida en la etapa (c) se separe en fases en una fase acuosa y una fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado. Aunque, la fase acuosa puede contener algunos contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado, los contaminantes estarán principalmente presentes en la fase disolvente. La separación de fases en la etapa (d) puede establecerse pasando la mezcla líquida como se obtuvo en la etapa (c) a un recipiente separado en el que, en ausencia de mezcla física, el líquido se separará en fases en dos capas líquidas, es decir, una capa de fase acuosa y una capa de fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado. Una vez, la separación de fases se ha establecido en la etapa (d), se puede recuperar una fase acuosa y se puede recuperar una fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado.

En la etapa (e), al menos parte de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) se recicla a la etapa (b). Preferentemente, al menos el 50 % en peso de la fase acuosa obtenida en la etapa (d) se recicla a la etapa (b). Más preferentemente, al menos el 75 % en peso y, más preferentemente, más de 90 % en peso de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) se recicla a la etapa (b). Adecuadamente, toda la fase acuosa obtenida en la etapa (d) puede reciclarse a la etapa (b). Puede ser adecuado someter al menos parte de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) a un tratamiento en el que los contaminantes que están presentes en la fase acuosa se eliminan de la fase acuosa antes de que la fase acuosa limpia así obtenida se recicle a la etapa (si). El reciclaje de al menos parte de la fase acuosa en la etapa (e) es atractivo tanto por razones económicas como ambientales.

El material plástico reciclable obtenido en la etapa (c) puede recuperarse posteriormente. El material plástico reciclable recuperado puede someterse posteriormente a una etapa de aclarado para eliminar aún más la fase disolvente que todavía puede estar presente en la superficie del material plástico reciclable. Para dicha etapa de aclarado, se puede usar al menos parte de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) o, como alternativa, se puede usar agua de otra fuente para el aclarado. El material reciclable, sujeto o no sujeto a una etapa de aclarado, se puede secar después y el material plástico reciclable seco así obtenido se puede recuperar y posteriormente se puede usar para formar nuevos recipientes de plástico para productos de consumo. El agua utilizada para el aclarado se puede combinar posteriormente con la mezcla líquida que se someterá a la etapa (d).

En una realización atractiva de la presente invención, al menos parte de la fase disolvente obtenida en la etapa (d) se recicla a la etapa (b). Preferentemente, al menos el 50 % en peso de la fase disolvente obtenida en la etapa (d) se recicla a la etapa (b). Más preferentemente, al menos el 75 % en peso de la fase disolvente obtenida en la etapa (d) se recicla a la etapa (b). El reciclaje de al menos parte de la fase disolvente como se obtiene en la etapa (d) a la etapa (b) es atractivo tanto por razones económicas como ambientales.

Por tanto, la presente invención también se refiere a un proceso para limpiar material plástico reciclable que comprende las siguientes etapas:

- (a) proporcionar un material plástico no basado en estireno reciclable contaminado;
- (b) poner en contacto el material plástico reciclable contaminado a una temperatura en el intervalo de 5-35 °C con una mezcla líquida que comprende una fase acuosa y una fase disolvente separada para eliminar los contaminantes del material plástico reciclable contaminado, de modo que la fase disolvente comprende un éster de ácido graso y está presente en forma de gotículas que están distribuidas al menos parcialmente en la fase

acuosa, y en el que la fase acuosa está presente en una cantidad de más de 50 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida;

(c) separar al menos parte del material plástico reciclable obtenido en la etapa (b) de la mezcla líquida obtenida en la etapa (b) que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado;

5 (d) permitir que al menos parte de la mezcla líquida obtenida en la etapa (c) se separe en fases en una fase acuosa y una fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado;

(e) reciclar al menos parte de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) a la etapa (b); y

(f) reciclar al menos parte de la fase disolvente como se obtiene en la etapa (d) a la etapa (b).

10 En una realización particular, la presente invención se refiere a un proceso para limpiar material plástico reciclable que comprende las etapas siguientes:

(a) proporcionar un material plástico no basado en estireno reciclable contaminado que deriva de recipientes de productos de consumo;

15 (b) poner en contacto el material plástico reciclable contaminado a una temperatura en el intervalo de 5-35 °C con una mezcla líquida que comprende una fase acuosa y una fase disolvente para eliminar los contaminantes del material plástico reciclable contaminado, en el que los contaminantes comprenden productos alimenticios o bebidas, productos de aceite, productos lubricantes, productos cosméticos, o sus residuos, y en el que la fase acuosa está presente en una cantidad de más de 50 % en peso, en función del peso total de la emulsión y la fase disolvente comprende un éster de ácido graso y está presente en forma de gotículas que se distribuyen al menos

20 parcialmente en la fase acuosa;

(c) separar al menos parte del material plástico reciclable obtenido en la etapa (b) de la mezcla líquida obtenida en la etapa (b) que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado;

25 (d) permitir que al menos parte de la mezcla líquida obtenida en la etapa (c) se separe en fases en una fase acuosa y una fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado; y

(e) reciclar al menos parte de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) a la etapa (b).

En otra realización particular, la presente invención se refiere a un proceso para limpiar material plástico reciclable que comprende las etapas siguientes:

30 (a) proporcionar un material plástico no basado en estireno reciclable contaminado que deriva de recipientes de productos de consumo;

35 (b) poner en contacto el material plástico reciclable contaminado a una temperatura en el intervalo de 5-35 °C con una mezcla líquida que comprende una fase acuosa y una fase disolvente para eliminar los contaminantes del material plástico reciclable contaminado, en el que los contaminantes están en forma líquida y en el que la fase acuosa está presente en una cantidad de más de 50 % en peso, en función del peso total de la emulsión y la fase disolvente comprende un éster de ácido graso y está presente en forma de gotículas que se distribuyen al menos parcialmente en la fase acuosa;

40 (c) separar al menos parte del material plástico reciclable obtenido en la etapa (b) de la mezcla líquida obtenida en la etapa (b) que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado;

(d) permitir que al menos parte de la mezcla líquida obtenida en la etapa (c) se separe en fases en una fase acuosa y una fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado; y

(e) reciclar al menos parte de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) a la etapa (b).

45 La presente invención también se refiere al uso de una emulsión que comprende una fase acuosa y una fase disolvente para eliminar contaminantes de un material plástico reciclable contaminado que deriva de recipientes de productos de consumo, en el que la fase acuosa está presente en una cantidad de más de 50 % en peso, en función del peso total de la emulsión y la fase disolvente comprende un acetato.

50 La figura 1 representa el proceso de acuerdo con la presente invención; la figura 2 representa una realización preferida de la presente invención; la figura 3 representa una realización preferida adicional del proceso de acuerdo con la presente invención; la figura 4 representa una realización aún más preferida de la presente invención.

55 En la figura 1, una corriente de escamas de plástico derivadas de recipientes de productos de consumo que contienen contaminantes, tal como aceite de motor, leche o aceite para freír se pasa a un recipiente de limpieza 2 que funciona a temperatura ambiente y presión atmosférica. En el recipiente de limpieza 2, se introduce una mezcla líquida en el recipiente 2 por medio de la línea 7. La mezcla líquida comprende una fase acuosa y una fase disolvente separada. La fase disolvente comprende un éster de ácido graso, preferentemente un biodiésel, y está en forma de gotitas que están distribuidas al menos parcialmente en la fase acuosa. En el recipiente de limpieza

60 2, la corriente de escamas de plástico se pone en contacto con agitación con la mezcla líquida para eliminar los contaminantes de las escamas de plástico durante los cuales se forma una suspensión de las escamas de plástico y la mezcla líquida. Después de un período de tiempo predeterminado, las escamas de plástico se separan de la mezcla líquida, por ejemplo, por medios de separación que no se muestran en la figura 1, y las escamas de plástico de las que se han eliminado los contaminantes se retiran del recipiente 2 a través de una línea 4. La mezcla líquida

65 que contiene contaminantes eliminados de las escamas de plástico y que se separa de las escamas de plástico se retira del recipiente 2 a través de una línea 3 y luego se introduce en el recipiente de separación 5. En el recipiente

de separación 5, la mezcla líquida que se comporta como una emulsión inestable se separa en fases en un líquido en fase acuosa (WPL) y un líquido en fase disolvente (SPL). Al menos parte del líquido de la fase acuosa se recicla al recipiente de limpieza 2 a través de una línea 6 y la parte restante del líquido de la fase acuosa se retira del recipiente 5 a través de una línea 8, mientras que el líquido de la fase disolvente se retira del recipiente de separación 5 a través de una línea 9.

La figura 2 es una extensión de la figura 1 en la que ahora la mezcla líquida no se introduce directamente en el recipiente de limpieza 2 por medio de la línea 7, sino que la mezcla líquida se forma mezclando en el recipiente de limpieza 2 el líquido de la fase acuosa y el líquido de la fase disolvente que se reciclan respectivamente del recipiente de separación 5 a través de las líneas 6 y 7.

La figura 3 es una extensión de la figura 2 porque las escamas de plástico retiradas del recipiente de limpieza 2 se hacen pasar a través de la línea 4 a otro recipiente de limpieza 10. En el recipiente de limpieza 10, las escamas de plástico se aclaran primero con parte del líquido de la fase acuosa como se obtiene en el recipiente de separación y se pasan al recipiente de limpieza 10 por medio de la línea 11. A continuación, las escamas de plástico se someten a una etapa de secado y se retiran del recipiente de limpieza 10 a través de una línea 12. El líquido de la fase acuosa con el que se realiza el aclarado en el recipiente de limpieza 8 se pasa posteriormente al recipiente de separación 5 a través de una línea 13. La figura 4 es una extensión de la figura 3 porque las escamas de plástico contaminadas se someten primero a una etapa de limpieza previa en el recipiente 14.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se cortaron láminas de polipropileno (PP) (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 7 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite de freír fresco (AH Frituurolie del supermercado Albert Heijn) y se mezcló a fondo para asegurarse de que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de nonanoato de metilo (suministrado por Sigma Aldrich). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto.

Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones siguientes se usaron para calcular estas cantidades.

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de aceite restante} &= \frac{\text{Masa de Aceite restante}}{\text{Masa de PP}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Masa después de la masa de PP lavado}}{\text{Masa de PP}} \times 100 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de la limpieza} &= \frac{\text{Masa de Aceite restante}}{\text{Masa aceite añadido}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Masa después de lavar} - \text{Masa de PP}}{\text{Masa aceite añadido}} \times 100 \% \end{aligned}$$

La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 0,5 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 96 %.

Ejemplo 2

Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 7 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite de freír fresco (AH Frituurolie del supermercado Albert Heijn) y se mezcló a fondo para asegurarse de que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de dodecanoato de etilo (suministrado por Sigma Aldrich). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 1,0 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 93 %.

Ejemplo 3

Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 7 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite de freír fresco (AH Frituurolie del supermercado Albert Heijn) y se mezcló a fondo para asegurarse de que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 3,5 g de agua y 12,5 g de linoleato de metilo (suministrado por Sigma Aldrich). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 0,3 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 98 %.

15 Ejemplo 4

Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 7 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite de freír fresco (AH Frituurolie del supermercado Albert Heijn) y se mezcló a fondo para asegurarse de que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de Agripure AP-406 (soyato de metilo, suministrado por Cargill). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 0,6 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 96 %.

30 Ejemplo 5

Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 7 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite de freír fresco (AH Frituurolie del supermercado Albert Heijn) y se mezcló a fondo para asegurarse de que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 45 g de agua y 5 g de Agripure AP-406 (soyato de metilo, suministrado por Cargill). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de limpieza de acuerdo con las ecuaciones indicadas en el Ejemplo 1.

La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 2,4 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 83 %.

Ejemplo 6

Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 7 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite de freír fresco (AH Frituurolie del supermercado Albert Heijn) y se mezcló a fondo para asegurarse de que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 45 g de agua y 5 g de Agnique ME 18 RD-F (éster metílico de colza, suministrado por BASF). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza de acuerdo con las ecuaciones en el ejemplo 1.

La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 0,8 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 94 %.

Ejemplo 7

65 Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 7 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite de freír fresco (AH Frituurolie del supermercado

- Albert Heijn) y se mezcló a fondo para asegurarse de que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de Agnique ME 18 RD-F (éster metílico de colza, suministrado por BASF). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza de acuerdo con las ecuaciones en el ejemplo 1.
- 10 La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 2,2 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 85 %.

Ejemplo 8

- 15 Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 10 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se usó aceite de freír de alta viscosidad para estas pruebas, que contiene al menos el 30 % de grasas saturadas, que es sólido a temperatura ambiente. El aceite para freír usado se obtuvo de un recolector de residuos grasos en los Países Bajos. Se añadió 1 g de aceite para freír usado y se mezcló a fondo para asegurar que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de nonanoato de metilo (suministrado por Sigma Aldrich). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

- La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 0,0 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 100 %.

30

Ejemplo 9

- 35 Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 10 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite para freír usado y se mezcló a fondo para asegurar que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de dodecanoato de etilo (suministrado por Sigma Aldrich). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

- 45 La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 1,5 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 85 %.

Ejemplo 10

- 50 Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 10 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite para freír usado y se mezcló a fondo para asegurar que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de linoleato de metilo (suministrado por Sigma Aldrich). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

- 60 La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 2,2 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 79 %.

Ejemplo 11

- 65 Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 10 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite para freír usado y se mezcló a fondo para

asegurar que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de Agripure AP-406 (soyato de metilo, suministrado por Cargill). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto.

5 Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

10 La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 2,1 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 78 %.

Ejemplo 12

15 Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 10 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite para freír usado y se mezcló a fondo para asegurar que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 45 g de agua y 5 g de Agripure AP-406 (soyato de metilo, suministrado por Cargill). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto.

20 Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza de acuerdo con las ecuaciones en el ejemplo 1.

25 La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 3,1 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 70 %.

Ejemplo 13

30 Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 10 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite para freír usado y se mezcló a fondo para asegurar que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se mezclaron 37,5 g de agua y 12,5 g de Agnique ME 18 RD-F (éster metílico de colza, suministrado por BASF). Los líquidos combinados se añadieron a los plásticos grasientos y se agitaron suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza de acuerdo con las ecuaciones en el ejemplo 1.

La cantidad restante de aceite después del lavado con esta mezcla fue de 2,3 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 77 %.

45 Ejemplo 14 (Ejemplo Comparativo)

Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 7 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite para freír fresco (AH Frituuroolie) y se mezcló a fondo para asegurar que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se recogieron 50 g de agua. Se añadió el agua a los plásticos grasientos y se agitó suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

La cantidad restante de aceite después del lavado con agua fue del 6,0 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 57 %.

60 Ejemplo 15 (Ejemplo Comparativo)

Se cortaron láminas de PP (espesor 500 micrómetros) en escamas de 10 mm x 10 mm. Se colocaron 10 gramos de escamas de PP en un frasco de vidrio de 70 ml. Se añadió 1 g de aceite para freír usado y se mezcló a fondo para asegurar que toda la superficie de plástico estuviera cubierta con una capa de grasa. En un frasco separado, se recogieron 50 g de agua. Se añadió el agua a los plásticos grasientos y se agitó suavemente durante 1 minuto. Después de la agitación, los líquidos se filtraron y las escamas de PP se aclararon completamente con agua. Las

ES 2 810 302 T3

escamas húmedas de PP se secaron en un horno durante 24 horas a 130 °C. Después de secar, se determinó la masa de las escamas. La masa antes del lavado (PP y grasa) y la masa total después de la limpieza se usaron para calcular la cantidad restante de aceite en la superficie de plástico y la eficiencia de la limpieza. Las ecuaciones que se indican en el Ejemplo 1 se usaron para calcular estas cantidades.

5 La cantidad restante de aceite después del lavado con agua fue del 8,8 %. La eficiencia de la limpieza, es decir, la cantidad relativa de aceite que se eliminó en esta etapa de lavado, fue del 14 %.

10 A partir de los Ejemplos anteriores y la Tabla 1 mostrados a continuación, quedará claro que, de acuerdo con la presente invención, se establece una eliminación más atractiva de contaminantes oleosos a partir de materiales plásticos contaminados con aceite.

Tabla 1

N.º de ejemplo	Agente de limpieza	Porcentaje de limpiador en agua	Tipo de aceite	% en peso total de grasa al inicio (% en peso)	% en peso de grasa residual (% en peso)	Eficiencia de limpieza (% en peso)
1	nonanoato de metilo	25	Dulce	14	0,5	96
2	dodecanoato de etilo	25	Dulce	14	1,0	93
3	linoleato de metilo	25	Dulce	14	0,3	98
4	soyato de metilo	25	Dulce	14	0,6	96
5	soyato de metilo	10	Dulce	15	2,4	83
6	Agnique	10	Dulce	15	0,8	94
7	Agnique	25	Dulce	15	2,2	85
8	nonanoato de metilo	25	Usado	10	0,0	100
9	dodecanoato de etilo	26	Usado	10	1,5	85
10	linoleato de metilo	25	Usado	10	2,2	79
11	Agripure	25	Usado	10	2,1	78
12	Agripure	11	Usado	10	3,1	70
13	Agnique	25	usado	10	2,3	77
14	Agua	0	Dulce	14	6,0	57
15	Agua	0	Usado	10	8,8	14

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para limpiar material plástico reciclable que comprende las siguientes etapas:
 - 5 (a) proporcionar un material plástico no basado en estireno reciclable contaminado;
 - (b) poner en contacto el material plástico reciclable contaminado a una temperatura en el intervalo de 5-35 °C con una mezcla líquida que comprende una fase acuosa y una fase disolvente separada para eliminar los contaminantes del material plástico reciclable contaminado, por lo que la fase disolvente comprende un éster de ácido graso y está presente en forma de gotículas que se distribuyen al menos parcialmente en la fase acuosa, en donde el éster de ácido graso en la fase disolvente tiene la fórmula general (I) de $R^1-(C=O)-R^2$ en la que R^1 es un grupo alquilo que comprende entre 8-24 átomos de carbono y R^2 es un grupo de alcohol alquílico que comprende entre 1-4 átomos de carbono, y en donde la fase acuosa está presente en una cantidad de más del 50 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida;
 - 10 (c) separar al menos parte del material plástico reciclable obtenido en la etapa (b) de la mezcla líquida obtenida en la etapa (b) que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado;
 - 15 (d) permitir que al menos parte de la mezcla líquida obtenida en la etapa (c) se separe en fases en una fase acuosa y una fase disolvente que contiene contaminantes eliminados del material plástico reciclable contaminado; y
 - (e) reciclar al menos parte de la fase acuosa como se obtiene en la etapa (d) a la etapa (b).
- 20 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material plástico reciclable no basado en estireno como se proporciona en la etapa (a) se selecciona del grupo que consiste en un material reciclable de polietileno de alta densidad, material de polietileno de baja densidad, material de tereftalato de polietileno, material de polipropileno, material de cloruro de polivinilo, material de poliamida, material de tereftalato de polibutileno, material de policarbonato, material de polimetilmetacrilato y material de polioximetileno.
- 25 3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el material plástico no basado en estireno reciclable es un material reciclable de polietileno de alta densidad o material de tereftalato de polietileno.
- 30 4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la temperatura en la etapa (b) está en el intervalo de 15-30 °C.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la etapa (b) se lleva a cabo a un pH en el intervalo de 6-8.
- 35 6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la fase disolvente en la etapa (b) está presente en una cantidad en el intervalo del 1-20 % en peso, en función del peso total de la mezcla líquida.
7. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el éster de ácido graso es un biodiésel.
- 40 8. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que toda la mezcla líquida obtenida en la etapa (c) se somete a la etapa (d).
9. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que los contaminantes están en forma líquida.
- 45 10. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que los contaminantes que se van a eliminar del material plástico reciclable incluyen productos alimenticios o bebidas, productos de aceite, productos lubricantes o productos cosméticos.
- 50 11. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el material reciclable contaminado como se proporciona en la etapa (a) ha sido sometido a un tratamiento de limpieza previa.
12. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que al menos parte del material plástico reciclable obtenido en la etapa (c) se somete posteriormente a una etapa de secado.
- 55 13. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que al menos parte de la fase disolvente obtenida en la etapa (d) se recicla a la etapa (b).

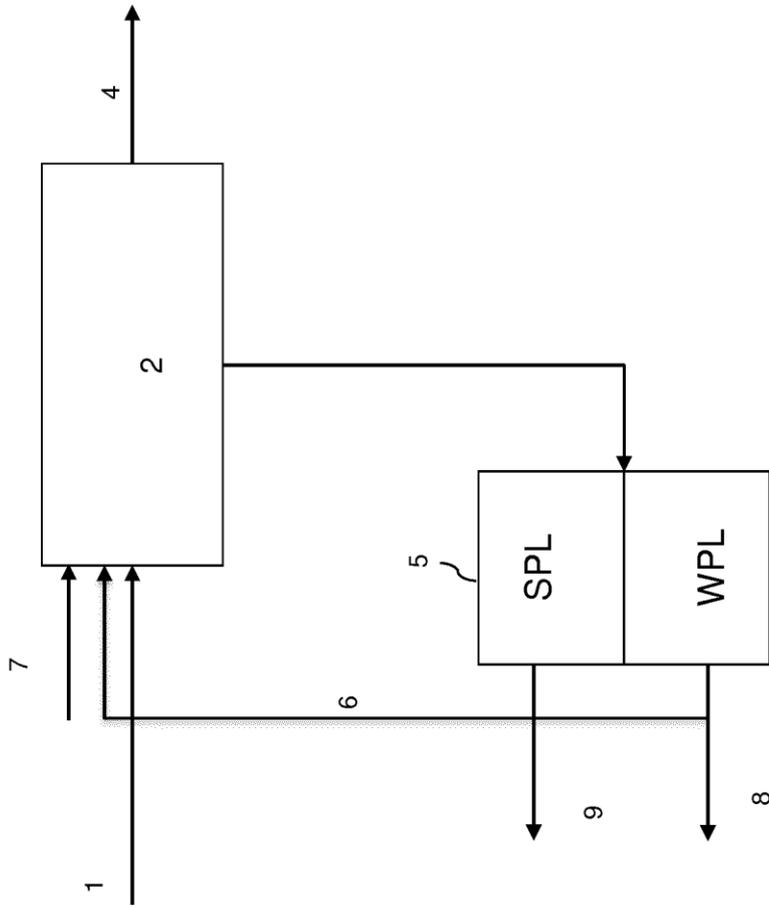


Fig. 1

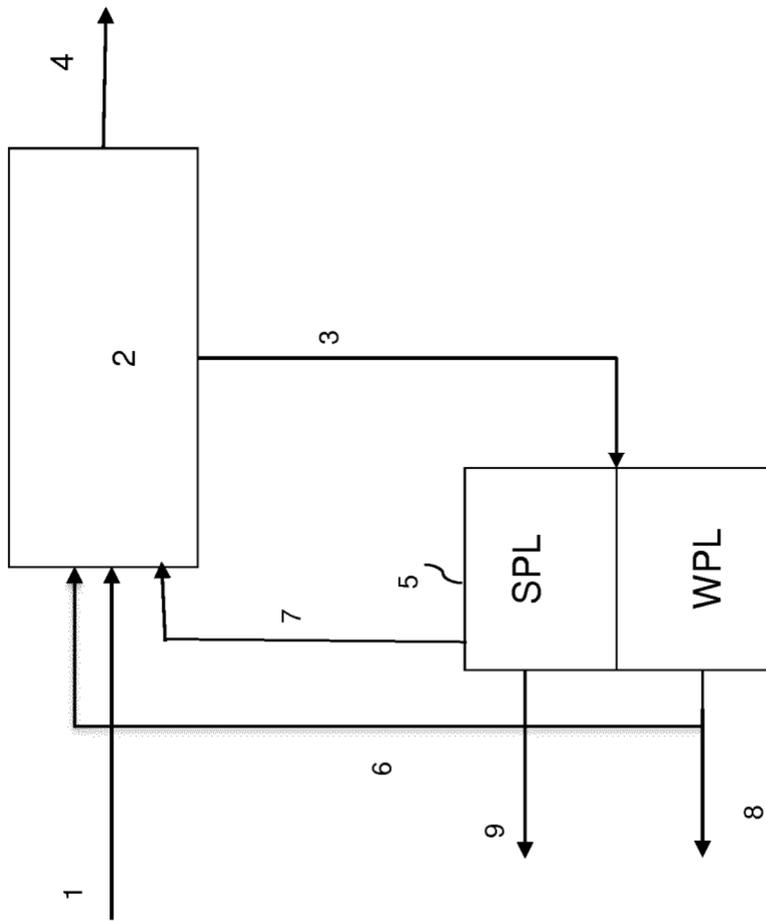


Fig. 2

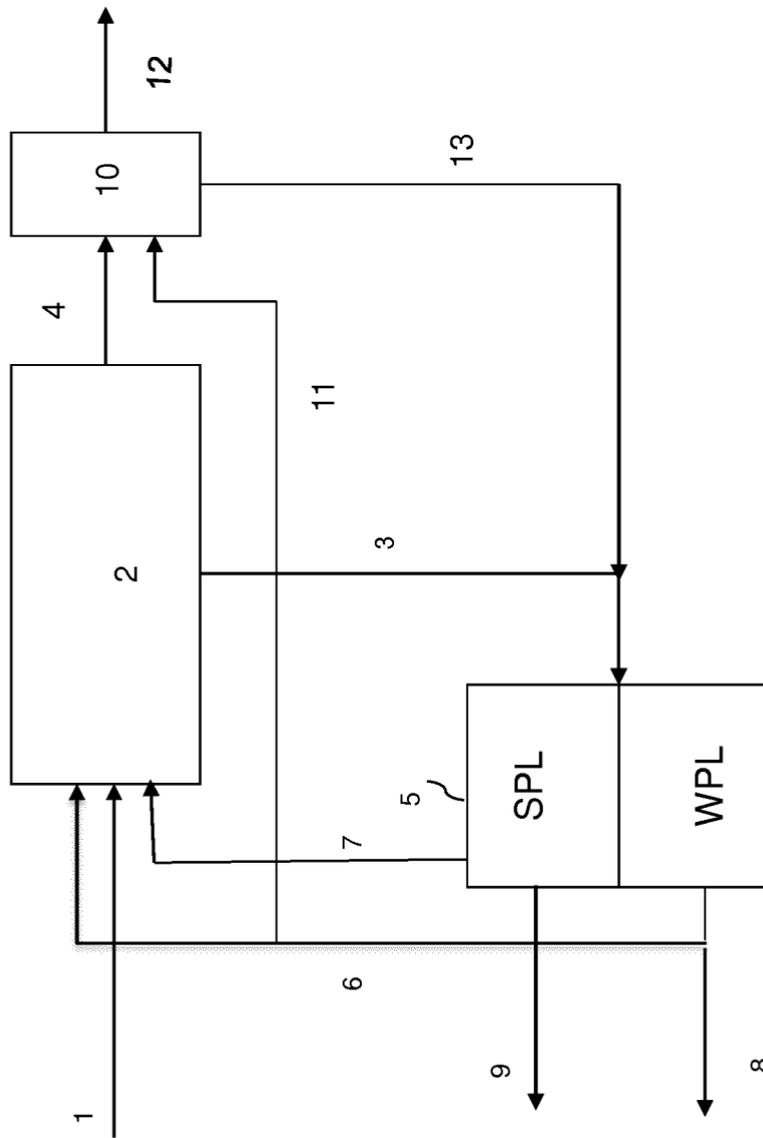


Fig. 3

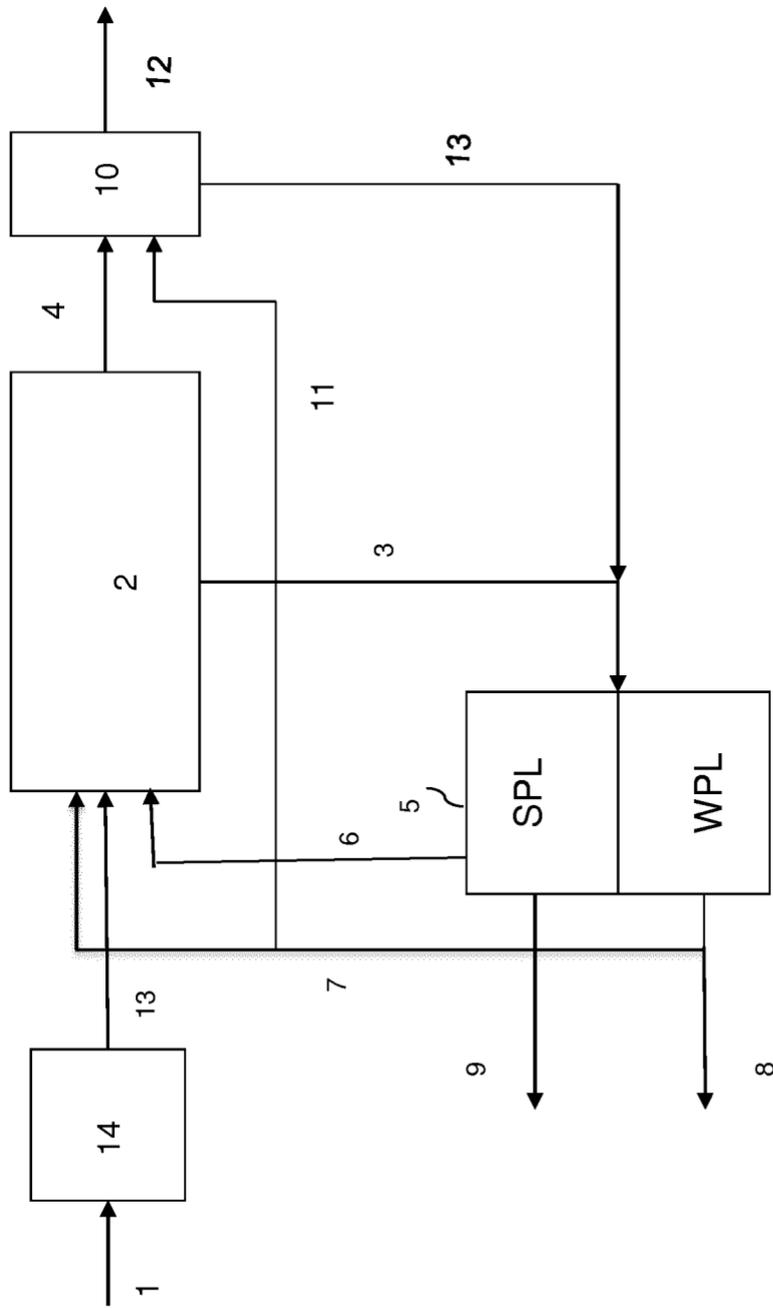


Fig. 4