



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 989 954**

⑮ Int. Cl.:

**B29B 17/02** (2006.01)  
**C08J 11/06** (2006.01)  
**C08J 11/08** (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2019 PCT/EP2019/064180**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **05.12.2019 WO19229235**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2019 E 19729212 (1)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024 EP 3802038**

---

⑮ Título: **Fluido de separación, método y aparato para reciclar material multicapa utilizando un agente de pasivación**

⑩ Prioridad:

**01.06.2018 GB 201809004**

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**28.11.2024**

⑦ Titular/es:

**SAPERATEC GMBH (100.0%)  
Kochstedter Kreisstraße 11  
06847 Dessau-Roßlau, DE**

⑦ Inventor/es:

**SCHULZE, MARCUS**

⑦ Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 989 954 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

Fluido de separación, método y aparato para reciclar material multicapa utilizando un agente de pasivación

5 **Campo de la invención**

La invención comprende un fluido de separación y su uso, un método y una combinación de un aparato para reciclar material multicapa que comprende al menos una capa de metal y al menos una capa adicional y el fluido de separación. El fluido de separación contiene un agente pasivante que protege al menos una capa de metal de reacciones químicas.

10 **Antecedentes de la invención**

Se conoce el uso de un fluido de separación de microemulsión para la separación de laminados o materiales multicapa, por ejemplo, de la solicitud de patente del solicitante n.º WO 2012/101189 (correspondiente a la publicación de patente estadounidense n.º US 2016/214368 A1), que enseña la separación de capas en un material multicapa entre sí. Los ejemplos de esta divulgación WO' 189 están dirigidos a la separación de materiales multicapa utilizados en módulos fotovoltaicos y no muestran la separación de materiales multicapa utilizados en material de envasado, como, por ejemplo, envases de alimentos.

20 Se ha debatido la necesidad de mejorar el reciclaje de los laminados utilizados en los envases de alimentos. Por ejemplo, un artículo sobre "El reciclaje de envases de cartones asépticos de Tetra Pak" de Mario Abreu (que se encuentra en [www.environmental-expert.com](http://www.environmental-expert.com)) analiza este tema extensamente y señala que el reciclaje de tejidos de celulosa es posible, pero la separación del polietileno de la lámina de aluminio no es posible.

25 La patente estadounidense n.º 5.421.526 (Tetra Laval) enseña un método para recuperar componentes de material individuales, tal como metal, plástico y, cuando corresponda, papel, a partir de residuos de materiales de envasado laminados que comprenden capas de metal, plástico y posiblemente papel o cartón. Las capas se separan entre sí mediante el tratamiento de los residuos con un ácido orgánico o una mezcla de ácidos orgánicos, seleccionados entre ácido fórmico, ácido acético, ácido propanoico, ácido butírico y otros ácidos orgánicos volátiles similares. El método de esta patente se lleva a cabo a alta temperatura (80 °C), por encima del punto de inflamación del ácido acético (aproximadamente 60 °C a una concentración del 80 %), lo que no sólo requiere una gran cantidad de energía, sino que también añade un riesgo de seguridad. La mezcla utilizada es altamente agresiva debido a la alta concentración (80 %) de ácido acético. Esta mezcla atacará los componentes de aluminio y provocará la formación de hidrógeno, así como una pérdida de la cantidad de aluminio recuperada en el proceso.

35 La solicitud de patente europea EP 0 543 302 A1 (Kersting) enseña un método para separar láminas de aluminio de láminas de plástico, como láminas de PE, para permitir el reciclaje del aluminio. Los laminados se colocan en una solución al 20 % de ácidos grasos bajos (por ejemplo, ácido acético, ácido propiónico, ácido fórmico, ácido butanóico) y se calientan a 100 °C durante 10-20 minutos. El método se lleva a cabo preferentemente en un recipiente cerrado para operar el líquido en su punto de ebullición y/o por encima del mismo. De forma adicional, se puede crear una subpresión a medida que se enfriá la solución. La viabilidad industrial de este método descrito en el documento EP'302 es cuestionable, dado que todo el material de desecho en forma de láminas de aluminio y plástico, junto con la solución, debe calentarse y enfriarse para cada ciclo de carga. Esto puede ser difícil de implementar con la suficiente rapidez con embarcaciones grandes y requiere grandes cantidades de energía.

45 La patente estadounidense n.º 2004/0129372A1 (Huang) describe un método de separación para material laminado en lámina que comprende una capa de lámina laminada con al menos una capa permeable. El método de separación del documento US '372 funciona mediante la permeación del fluido de separación en el material laminado y la disolución de la capa intermedia de alúmina entre las diferentes capas permeables del laminado. El fluido de separación utilizado en este ejemplo es ácido nítrico, conocido por disolver metales no nobles como la alúmina, con el resultado de que las capas de plástico o papel restantes se pueden aislar de manera separada. El método de separación descrito en este documento da como resultado la pérdida de aluminio, que no se puede recuperar fácilmente a pesar de que el aluminio es una corriente de material valiosa y, por tanto, el método de separación descrito en la US '372 tiene desventajas económicas.

55 De igual manera, la solicitud de patente china CN 104744724 se refiere a un fluido de separación para un laminado de plástico de aluminio y a un método para llevar a cabo la separación de capas de aluminio de capas de plástico mediante la utilización del fluido de separación. El fluido de separación se prepara principalmente mezclando 40-200 partes de ácido metanoico (fórmico) y 5-10 partes de diclorometano y también contiene 1-4 partes de un agente tensioactivo no iónico. El fluido de separación de esta aplicación es altamente volátil y también contiene componentes dañinos para el medio ambiente.

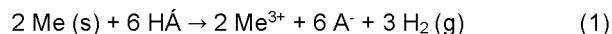
65 La solicitud de patente china n.º CN103131042 se refiere a otro tipo de agente separador para separar material multicapa de aluminio y plástico. Este tipo de agente separador se prepara mezclando ácido metanoico (fórmico) y etanol en una proporción de volumen de 4:1-1:4. El método de separación de una película compuesta de aluminio y plástico mediante el uso del agente separador comprende las siguientes etapas: mezclar el agente separador y agua

para obtener un fluido de separación y sumergir una película compuesta de aluminio y plástico limpia en el fluido de separación; y sacar, limpiar, centrifugar y secar. Cuando la película de separación de aluminio y plástico se sumerge en la solución mezclada con agua y el fluido de separación, el aluminio y el plástico en la película compuesta de aluminio y plástico se pueden separar de manera eficiente. En los ejemplos descritos en esta solicitud de patente china 5 CN'042, se emplean temperaturas entre 50 y 80 °C. Estas son condiciones en las que el agente separador es inflamable y atacará al aluminio, dando lugar a riesgos de seguridad y pérdida de aluminio.

La solicitud de patente estadounidense n.º 2002/0033475 A1 (Bejarano) divulga una composición de tratamiento sintética para el reciclaje de envases de cartones asépticos de envasado de larga duración Tetra Brik®. La composición divulgada en esta solicitud de patente comprende ácido láctico, acetato de sodio, enzimas de celulosa, enzimas  $\alpha$ -amilasa, enzimas de maltosa, ácido cítrico y carbón activado. Esta composición se utiliza para separar materiales multicapa que comprenden papel, polietileno y aluminio.

La solicitud de patente internacional n.º WO 03/104315 A1 (Massura) enseña un método de reciclaje para materiales compuestos que tienen múltiples capas que comprenden papel, películas de aluminio y/o polímeros. En este método, el material compuesto se trata con diferentes disolventes, como el cloroformo, tetrahidrofuran, xileno, ácidos carboxílicos protónicos o agua dependiendo de las características de los adhesivos utilizados entre las capas. El uso de disolventes orgánicos, como los medios halogenados, en este método tiene, sin embargo, un impacto ambiental negativo.

El enfoque adoptado en la técnica anterior para deslaminar materiales multicapa que contienen capas de metal es la disolución parcial o completa del metal desnudo en sales metálicas solubles en agua en condiciones oxidativas ácidas. Una representación de ejemplo de esta reacción se da en la ecuación (1):



en la que Me representa un metal del grupo 13 de la tabla periódica (grupo del boro), HA es un ácido de Lewis prótico y A<sup>-</sup> es el anión correspondiente del ácido de Lewis. Esta reacción general también es válida para metales no nobles o semipreciosos distintos de los metales del grupo 13 de la tabla periódica, que tienen un potencial de electrodo estándar similar (semiprecioso) o más negativo (no noble) ( $E^\circ$ ) que la del electrodo de hidrógeno estándar (SHE).

Este método de disolución de metales oxidativa ácida para el material multicapa que comprende capas de metal tiene desventajas técnicas y económicas: (i) La pérdida parcial o total del metal en la corriente de salida reduce la eficiencia general del proceso de reciclaje. (ii) La formación de gas hidrógeno bajo disolución oxidativa ácida de metales requiere protección contra explosiones y es un problema de seguridad. (iii) La pérdida resultante de protones, que son el origen del gas hidrógeno liberado, debe compensarse añadiendo estos protones nuevamente al fluido de separación de manera adecuada. Esta compensación aumentará el aporte químico necesario del proceso.

La solicitud de patente copendiente del solicitante WO 2018/109147 A2 describe un proceso de reciclaje de material multicapa en el que el material multicapa comprende una capa de metal y al menos una capa de plástico. El fluido de separación utilizado en esta solicitud para permitir el reciclaje del material multicapa contiene ácido fosfórico y un hidróxido de metal alcalino para desacelerar la disolución de la capa de metal. La manipulación de estos productos químicos reactivos requiere un cierto nivel de medidas de seguridad.

#### 45 Sumario de la invención

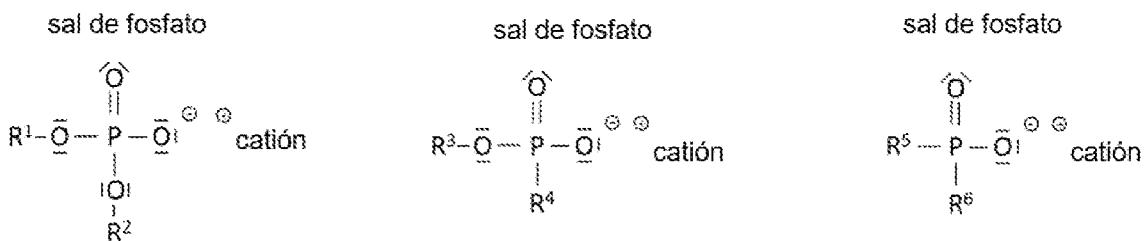
Este documento describe un proceso de reciclaje de materiales multicapa que comprenden al menos una capa de metal que reduce los inconvenientes descritos anteriormente. El fluido de separación descrito en este documento permite una pasivación directa de la capa de metal en los materiales multicapa después de una delaminación exitosa de los materiales multicapa, de modo que la capa de metal deslaminada esté protegida contra una mayor descomposición. Utilizando este método de pasivación, se reduce la pérdida de metal en el proceso de reciclaje, la cantidad de hidrógeno como subproducto disminuye y se detiene la conversión en curso de los ácidos de Lewis próticos en los aniones de residuos ácidos correspondientes. El proceso de reciclaje de este documento reduce los riesgos involucrados en la manipulación de productos químicos como ácidos o bases fuertes, como el ácido fosfórico y el hidróxido de sodio. Por lo tanto, el proceso de reciclaje de este documento requiere menos medidas de seguridad que las utilizadas en el estado actual de la técnica.

En esta divulgación se enseña un fluido separador y su uso para la separación de una capa de metal de al menos otra capa en un material multicapa. El método comprende colocar el material multicapa en un cubo con un fluido de separación para separar las capas del material multicapa. El fluido de separación comprende una mezcla de agua, ácido carboxílico, sal de carboxilato y agente pasivante.

El agente de pasivación produce una pasivación de la superficie de la capa de metal después de la delaminación y evita así una mayor descomposición de la capa de metal.

Los ácidos carboxílicos son responsables de la delaminación del material de envasado multicapa y son ácidos

- carboxílicos miscibles en agua. Por "ácidos carboxílicos miscibles en agua" se entienden aquellos ácidos carboxílicos que son miscibles en agua en cualquier proporción con el agua. Los ácidos carboxílicos tienen un valor  $pK_a$  comprendido entre 2 y 8. En un aspecto, el valor  $pK_a$  es entre 3 y 5. Los ácidos carboxílicos que cumplen estos criterios son los ácidos grasos C1-C4, en concreto, ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico. Otros ácidos C1-C4 que no se consideran ácidos grasos pero cumplen los criterios de miscibilidad en agua y  $pK_a$ , como el ácido acrílico o el ácido 3-cloropropiónico, entre otros, se divultan también por la invención. En un aspecto de la invención se utiliza ácido fórmico o acético. Se sabe que los ácidos grasos más largos (C5 y más largos) no son miscibles con agua en ninguna proporción - por ejemplo, el ácido valérico tiene una solubilidad en agua de ~5 g por 100 g de agua. Por lo tanto, el uso de ácidos grasos C5 y más largos solo es posible si la solubilidad en agua se ajusta mediante sustituyentes hidrófilos adecuados. Asimismo, los ácidos grasos C5 y más largos pueden acumularse en las otras capas, es decir, ser absorbidos por capas de polímero y sólo pueden eliminarse mediante procedimientos de secado, que consumen mucha energía. De forma adicional, son posibles mezclas de diferentes ácidos carboxílicos, por lo que el rendimiento de la delaminación está dominado por el ácido carboxílico que es el más ácido y tiene la mayor cantidad en la mezcla.
- 15 Las sales de carboxilato modifican el valor de pH del fluido de separación y son solubles en agua (solubilidad > 10 g de sal de carboxilato por 100 g de agua a 20 °C). Las sales de carboxilato tienen un valor  $pK_b$  entre 6 y 12. En un aspecto, el valor  $pK_a$  de la sal carboxilato está entre 8 y 10.
- 20 El contracatión de la sal carboxilato puede ser un catión metálico o un catión complejo. Los cationes metálicos se eligen entre metales alcalinos o alcalinotérreos. Se pueden utilizar otros contraiones metálicos siempre que formen sales de carboxilato solubles y no interfieran ni con el proceso de delaminación ni con el proceso de pasivación. Los contracationes complejos comprenden más de un átomo, por ejemplo, el ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).
- 25 La sal carboxilato elegida corresponde al ácido carboxílico utilizado. En un aspecto, el ácido carboxílico es ácido acético y, por lo tanto, la sal carboxilato podría ser una sal acetato de sodio. Estos juntos forman un sistema tampón de acetato de sodio-ácido acético.
- 30 También son posibles mezclas de diferentes sales de carboxilato, así como sales no carboxilato, que modifican el valor de pH de la solución en la dirección correcta.
- 35 La presente invención no está limitada por el estado de la materia de la sal carboxilato (líquido o sólido). En un aspecto de la invención, la sal carboxilato es un sólido (a 20 °C). La sal de carboxilato puede tener un punto de fusión inferior a 20 °C y, por lo tanto, comúnmente se describiría como un líquido.
- 40 El agente de pasivación es en general una sal de fosfato, una sal de fosfonato, una sal de fosfinato, o una mezcla de estas sales. En un aspecto, el agente de pasivación es una sal de fosfato de dihidrógeno con un catión de metal alcalino. Las estructuras de base química de la forma monoaniónica de las sales de fosfato, fosfonato y fosfinato se dan mediante las siguientes fórmulas:



- En general, el agente de pasivación es un no éster, un monoéster o un diéster de una sal monoaniónica de un oxoácido de fósforo, en concreto, ácido fosfórico, ácido fosfónico y ácido fosfínico. Los sustituyentes  $\text{R}^1$  a  $\text{R}^6$  de los agentes de pasivación pueden ser H así como cadenas de alquilo C1-C4, en concreto, metilo, etilo, propilo, *iso*-propilo, butilo, *iso*-butilo y *tert*-butilo. Estos sustituyentes permiten una alta solubilidad en agua del agente de pasivación. Se podrían utilizar otros sustituyentes siempre que se mantenga la solubilidad en agua del agente de pasivación. Otros sustituyentes con alta hidrofilicidad incluyen oligo-, polietilenglicoles o fosfatos biomiméticos como el trifosfato de adenosina (ATP). Normalmente, los pares sustituyentes  $\text{R}^1+\text{R}^2$  y  $\text{R}^5+\text{R}^6$  tienen sustituyentes idénticos. Sin embargo, mezclas de diferentes sustituyentes en los pares de sustituyentes  $\text{R}^1+\text{R}^2$  y  $\text{R}^5+\text{R}^6$  también se puede utilizar. En un aspecto, el agente de pasivación es una sal de fosfato de dihidrógeno.

- De forma adicional, las mezclas de ésteres de sales monoaniónicas de un oxoácido de fósforo son agentes de pasivación adecuados. Un ejemplo son los productos Hordaphos® de Clariant, que son mezclas de monoésteres y diésteres de ésteres de ácido fosfórico. Después de la transformación en sales monoaniónicas, estas mezclas de ésteres son agentes de pasivación adecuados. El potente inhibidor de corrosión Hordaphos® MDGB es una mezcla miscible en agua de ésteres monoalquílicos y dialquílicos de ácido fosfórico con longitudes de cadena alquílica entre

2 y 4 y es un representante de dicha mezcla de ésteres adecuada.

El contracatón del agente de pasivación puede ser un catión metálico o un catión complejo. Los cationes metálicos se eligen entre metales alcalinos o alcalinotérreos. Se pueden utilizar otros contraiones metálicos siempre que formen agentes de pasivación solubles y no interfieran con el proceso de delaminación o el proceso de pasivación. Los contracationes complejos pueden comprender más de un átomo, por ejemplo, el ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).

La solubilidad resultante del agente de pasivación elegido debe ser mayor que 0,01 g por 100 g de agua a 20 °C. En un aspecto, la solubilidad debe ser mayor que 1 g por 100 g de agua a 20 °C.

Las sales dianiónicas del oxoácido del fósforo, como el fosfato monohidrógeno disódico, no se utilizan como agente de pasivación porque la basicidad de estas sales normalmente es tan alta que estas sustancias reaccionan con otro ingrediente del fluido de separación descrito, es decir, el ácido carboxílico. La reacción del monohidrogenofosfato disódico elegido a modo de ejemplo y el ácido carboxílico conduce a las sales monoaniónicas correspondientes del oxoácido del fósforo y a la sal de carboxilato - ambos ingredientes ya están cubiertos por la invención divulgada en el presente documento.

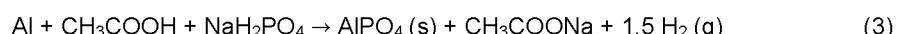
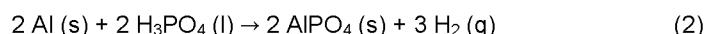
Sin embargo, por modificación significativa del valor  $\text{pK}_b$  de las sales dianiónicas del oxoácido del fósforo a través de patrones de sustitución adecuados, se hace posible el uso de dichos agentes de pasivación.

En un aspecto, el agente de pasivación elegido es la sal de fosfato monoaniónica con los sustituyentes  $\text{R}^1$  y  $\text{R}^2$  siendo hidrógeno y el contracatón es sodio. Esto conduce al uso de fosfato dihidrógeno de sodio como agente de pasivación.

El agente de pasivación tiene un valor  $\text{pK}_b$  entre 6,0 y 13,0. El  $\text{pK}_b$  también se puede expresar como valor  $\text{pK}_a$  por  $\text{pK}_a + \text{pK}_b = 14$ , de modo que el agente de pasivación tenga también un valor  $\text{pK}_a$  entre 1 y 8.

La presente invención no está limitada por el estado de la materia del agente pasivante (líquido o sólido). En un aspecto de la invención, el agente pasivante es sólido (a 20 °C). El agente pasivante puede tener un punto de fusión inferior a 20 °C y, por lo tanto, comúnmente se describiría como un líquido.

La característica de pasivar una superficie metálica de un material multicapa se puede ilustrar mejor con las siguientes dos ecuaciones de ejemplo, de las cuales la ec. (2) representa la reacción general de pasivación del metal entre el aluminio y el ácido fosfórico y la ec. (3) muestra la química más detallada de la invención divulgada con aluminio como metal, ácido acético como ácido carboxílico y fosfato dihidrógeno de sodio como agente de pasivación:



Se eligen las ecuaciones (2) y (3) porque el aluminio es la capa intermedia de metal más común utilizada en los materiales de envasado multicapa. Sin embargo, las ecuaciones no pretenden limitar la protección al aluminio. Las ecuaciones (2) y (3) también son válidas, por ejemplo, para el cobre, estaño, plomo, cinc, así como aleaciones metálicas.

La sustitución del ácido fosfórico en la ec. (2) por la combinación del ácido acético y la sal pasivante de fosfato en la ec. (3) conduce a una química que es menos dañina porque el ácido inorgánico fuerte, ácido fosfórico, se intercambia por un ácido menos ácido, ácido acético y una sal pasivante, fosfato dihidrógeno de sodio, que no tiene peligros.

El fosfato, fosfonato o fosfinato metálico insoluble se deposita sobre la superficie de la capa de metal y forma una fina capa de pasivación que protege el metal desnudo contra una mayor disolución oxidativa. La estructura química de esta fina capa de pasivación depende del metal de la capa de metal, el agente de pasivación utilizado y las condiciones de precipitación de la sal insoluble.

La composición química del fluido de separación se puede obtener mezclando los componentes individuales exactos. Sin embargo, la misma composición química resultante se puede lograr mezclando ingredientes (precursores) que reaccionan posteriormente para proporcionar los productos químicos del fluido de separación descrito en este documento. Se entenderá, por ejemplo, que al mezclar un ácido carboxílico, como el ácido acético y el ácido fosfórico con las cantidades adecuadas de una base, como el hidróxido de sodio, entonces la reacción química daría como resultado una mezcla de sal carboxilato (aquí acetato de sodio) y sal de agente pasivante (aquí fosfato dihidrógeno de sodio), agua y ácido carboxílico restante. Se pretende que dicho proceso también quede cubierto por la presente divulgación.

El método también pretende incluir el caso en el que el ácido carboxílico y/o los precursores del agente de pasivación reaccionan con metales desnudos (véase ecuación (1)) para formar una sal de carboxilato adecuada y el agente de pasivación final. El metal desnudo para tal caso también puede ser parte de la capa de metal del material multicapa, que se sacrifica para obtener los ingredientes del agente pasivante y la sal carboxilato.

Los precursores de la sal carboxilato se entienden como productos químicos, que pueden transformarse mediante una

reacción de un solo paso en la sal carboxilato descrita en la presente invención. Una reacción de un solo paso de este tipo podría ser - pero no limita la invención a - la reacción de un ácido carboxílico con una base (neutralización), una reacción redox de un ácido carboxílico con un metal no noble o una conversión electroquímica de ácidos carboxílicos en la sal carboxilato correspondiente.

5 Se entiende por precursores del agente de pasivación los productos químicos, que pueden transformarse mediante una reacción de un solo paso en los agentes pasivantes descritos en la presente invención. Una reacción de un solo paso de este tipo podría ser -pero no es limitativa de la invención- la reacción de un oxoácido de fósforo con una base (neutralización), una reacción redox de un oxoácido de fósforo con un metal no noble o una conversión electroquímica de oxoácido de fósforo en la sal de pasivación correspondiente.

10 El fluido de separación tiene componentes menos nocivos para el medio ambiente que los conocidos en el estado actual de la técnica, por ejemplo, véase la solicitud de patente china antes mencionada. En relación con la solicitud anterior, la volatilidad de los ingredientes orgánicos es menor, lo que minimiza la emisión de productos químicos y el riesgo de explosión, puesto que el fluido de separación de este documento, como se establece a continuación, no presenta un punto de inflamación detectable. Asimismo, el uso de sales reduce el número de componentes que son volátiles y, por lo tanto, reduce la complejidad en los riesgos de manipulación química del fluido de separación.

15 20 El fluido de separación de esta aplicación tampoco contiene ácidos o bases inorgánicos fuertes y, por lo tanto, reduce los riesgos de manipulación que implica el uso de dichos productos químicos, lo que puede provocar fuertes aumentos de temperatura debido a reacciones de neutralización entre ácidos y bases.

25 La estrategia de pasivación descrita en este documento aumenta la eficiencia general del proceso de reciclaje en términos de menor pérdida de metal y menor aporte de productos químicos.

30 35 40 El fluido de separación divulgado en la invención tiene un porcentaje en peso de 20 - 70 % de ácido carboxílico, 0,05 - 10 % de sal carboxilato, hasta un 5 % de agente pasivador y un 30 - 70 % de agua. En un aspecto, el fluido de separación tiene un porcentaje en peso de 30 - 50 % de ácido carboxílico, 0,5 - 5 % de sal carboxilato, hasta 0,02 - 2 % de agente pasivante y 40 - 60 % de agua. El intervalo de % en peso de ácido carboxílico cubre un rendimiento de delaminación optimizado que muestra un máximo de alrededor del 50 % en peso de ácido carboxílico. La cantidad de sal carboxilato regula el valor de pH del fluido de separación y, por tanto, está acoplada a la cantidad de ácido carboxílico en la mezcla. El % en peso del agente de pasivación depende en gran medida del grado de carga y del espesor de la capa de metal, así como de los parámetros de tamaño molecular del agente de pasivación. Todos los parámetros están fuertemente influenciados por el tamaño de la superficie metálica de la capa de metal que debe cubrirse mediante el proceso de pasivación. Por lo tanto, no se puede determinar un límite inferior real del % en peso del agente de pasivación utilizado. El % en peso de agua es el ingrediente restante que llena hasta el 100 %. La formación del fosfato,

45 50 55 fosfonato o fosfinato metálico insoluble, que cubre la capa de metal después de la delaminación y conduce a la pasivación, depende del pH. En condiciones muy ácidas, la formación de fosfato, fosfonato o fosfinato metálico insoluble no es posible, por ejemplo, el fosfato de aluminio es ligeramente soluble en ácidos fuertes. El valor de pH del fluido de separación descrito en esta invención está por tanto comprendido entre 1,5 y 5. En un aspecto de la invención, el intervalo de valor de pH preferido se elige entre 2 y 3,5. Por debajo de un valor de pH de 1,5, la pasivación sigue funcionando, pero no tan eficazmente como con valores de pH más altos y los inconvenientes mencionados anteriormente se vuelven graves, por lo que el proceso ya no es económico. Los valores de pH superiores a 5 conducen a un rendimiento de delaminación reducido del fluido de separación. Por lo tanto, el valor del pH debe ajustarse al fluido de separación para lograr un equilibrio entre un tiempo de delaminación razonable y una pasivación posterior eficiente.

60 65 El método también puede incluir el tamizado/filtrado del fluido de separación junto con los componentes del material multicapa para recuperar los componentes del material multicapa del líquido de separación y, posteriormente, la clasificación para obtener una primera fracción de metal de la capa de metal y una segunda fracción de plástico de la capa de polímero. En algunos aspectos de la invención, se puede obtener una tercera fracción de un tipo diferente de polímero. Esto permite el reciclaje de los materiales del material multicapa. Los polímeros obtenidos se pueden extruir y el metal se puede recuperar en forma de fragmentos metálicos.

La divulgación también enseña un método para reciclar los componentes de polímero como capas adicionales y los componentes metálicos como capa de metal a partir de un material de envasado, como un recipiente para bebidas universal.

66 También se describe un aparato para el reciclaje de material de envasado. El aparato comprende una cuba que contiene el fluido de separación, un dispositivo de transporte para transportar el material multicapa al cuba y un dispositivo de tamizado/filtración para eliminar los materiales separados de la combinación del fluido de separación y el material de envasado.

67 Se apreciará que la expresión "material multicapa" utilizado en esta divulgación pretende abarcar objetos que

comprenden varias capas de material. No hay restricción en cuanto al espesor de las capas individuales. Por ejemplo, la capa de metal puede estar presente como una lámina o solo puede estar metalizada en una de las capas siguientes. La capa de metal es un metal que tiene un potencial de electrodo estándar similar o más negativo ( $E^{\circ}$ ) que el del electrodo de hidrógeno estándar (SHE), normalmente conocido como metales semipreciosos o no nobles. Las capas de metal también pueden estar formadas por aleaciones. Estas aleaciones pueden ser aleaciones entre metales no nobles, pero también entre metales no nobles y semipreciosos o nobles.

La expresión capa adicional abarca todos los materiales, que son permeables a los líquidos, y son, en un aspecto, capas de polímero y/o papel.

Ejemplos no limitativos de varias capas de materiales incluyen objetos en los que las capas están laminadas, unidas o pegadas entre sí o uno de los materiales podría depositarse sobre otro de los materiales. El material multicapa puede incluir una capa de cartón, como se conoce de los recipientes para bebidas, pero no necesita incluir una capa de cartón. Otros ejemplos de materiales multicapa son todo tipo de materiales de envasado que se utilizan, por ejemplo, en el envasado de aperitivos y en el envasado en bolsas.

El método que se describe a continuación en una realización no limitante se utiliza para el reciclaje de laminados en un envase de bebidas o alimentos. Se apreciará, sin embargo, que el método también puede encontrar aplicación en el reciclaje de otros laminados utilizados en otras aplicaciones.

## Descripción de las figuras

La Figura 1 muestra un ejemplo ilustrativo de un laminado utilizado en un envase aséptico, que se recicla utilizando el fluido de separación y el método de esta divulgación.

La Figura 2 muestra un diagrama de flujo del método que utiliza las enseñanzas de esta divulgación.

La Figura 3 muestra una descripción general del aparato para reciclar utilizando las enseñanzas de esta divulgación.

## Descripción detallada de la invención

La invención se describirá a continuación basándose en los dibujos. Se entenderá que las realizaciones y los aspectos de la invención descritos en el presente documento son solo ejemplos y no limitan el alcance protector de las reivindicaciones de ninguna manera. La invención se define por las reivindicaciones y sus equivalentes. Se entenderá que las características de un aspecto o realización de la invención se pueden combinar con la característica de un aspecto o aspectos diferentes y/o realizaciones de la invención.

La Figura 1 muestra un ejemplo no limitativo de un laminado 10 utilizado en un envasado aséptico. El laminado 10 comprende una primera capa de polímero 20, que está adherida a una capa de aluminio 30, que está unida a su vez a una segunda capa de polímero 40. Se utilizan agentes adhesivos entre las diferentes capas. Dichos agentes de unión incluyen, aunque sin limitación, adhesivos de copolímero de etileno/ácido acrílico y/o poliuretano.

Se utiliza el laminado 10, en un aspecto de la invención, en un envase aséptico, como los que se utilizan para bolsas verticales para bebidas como jugos de frutas y leche, así como purés de tomate y líquidos similares. También se utilizan envases similares para otros alimentos, como bocadillos, así como para cosméticos. En algunas aplicaciones, una de las capas de polímero está impresa en un lado, por ejemplo, con una descripción del producto, o incluso en ambos lados.

En un ejemplo no limitativo de la invención, la capa de polímero 20 está hecha de polietileno de baja densidad (LDPE) y la capa de polímero 40 está hecha de tereftalato de polietileno (PET). La capa de metal 30 está hecha de aluminio. Esto no limita la invención y otras poliolefinas o plásticos, tal como polipropileno (PP), poliamidas o poliésteres., pueden usarse. De manera similar, la capa de metal 30 podría ser una aleación de aluminio u otro metal.

Algunos tipos de envasado comprenden únicamente una única capa de polímero 20 con la capa de metal 30. Por ejemplo, los rechazos de la producción solo pueden tener la capa única de polímero 20 con la capa de metal 30. Otros tipos de material de envasado comprenden dos capas de polímero 20 y 40 hechas del mismo polímero. Las enseñanzas de esta divulgación también son aplicables a estos tipos de materiales multicapa, y no están restringidas a los materiales multicapa mencionados.

La Figura 3 muestra un diagrama general, que es un ejemplo de una planta de reciclaje para el reciclaje de los laminados multicapa 10 de la presente divulgación. Se apreciará que la planta mostrada en la Figura 3 es meramente a modo de ejemplo y no limita la invención. Los laminados multicapa 10 se construyen como se ha indicado anteriormente.

La planta de reciclaje incluye un dispositivo de corte o trituración 300, que corta y tritura fardos 50 de material de

envasado fabricadas con laminados multicapa 10. Al dispositivo de corte o trituración 300 le sigue una cuba 310 con un agitador 320 para remover y agitar el contenido del cuba 310. La cuba 310 contiene un fluido de separación 330 y un dispensador de fluido 340 para dispensar el fluido de separación 330 en la cuba 310.

- 5 Los materiales se pueden tamizar del fluido de separación 330 en un dispositivo de tamizado 350, y luego los materiales tamizados se lavarán con agua en una lavadora 360. Una primera etapa de clasificación para separar los componentes de los materiales tamizados se puede realizar en entornos húmedos, por ejemplo, mediante el uso de técnicas de separación por flotación-hundimiento o centrifugación, en un clasificador en húmedo 370. Esto generalmente da como resultado dos corrientes de materiales. En el ejemplo no limitativo del laminado 10 descrito anteriormente, una de las dos corrientes de material es sustancialmente polietileno de baja densidad y la otra de las corrientes de material es una corriente mixta que comprende una mezcla de aluminio y PET. Las dos corrientes de material se pueden lavar en una etapa de lavado adicional, si fuese necesario.
- 10 Las dos corrientes de material resultantes se pueden secar en una unidad de secado 380 y posteriormente purificar en una unidad de clasificación en seco 390. La clasificación en seco, por ejemplo, para extraer el aluminio y el PET de la corriente mixta, se puede hacer, por ejemplo, mediante técnicas basadas en el cambio de viento o en el electromagnetismo. Se apreciará que la clasificación (húmeda o seca) también puede realizarse en un solo dispositivo o en más de dos dispositivos, dependiendo de los requisitos.
- 15 20 El fluido de separación 330 se recicla en un dispositivo de reciclaje de fluidos 355, principalmente para limpiarse de impurezas mediante filtración y reposición de productos químicos consumidos. El agua de lavado también se recicla para limpiar el agua de lavado en un dispositivo de reciclaje de agua 365. El reciclaje incluye técnicas de filtración de flujo cruzado, ósmosis inversa y/o extracción líquido-líquido, que también permiten recuperar al menos una parte de los productos químicos del fluido de separación 330 del agua de lavado.
- 25 30 La Figura 2 muestra un esquema del método de reciclaje de los laminados 10 utilizados en el aparato mostrado en la Figura 3. Los laminados 10 se recogen juntos formando fardos 50 de material de envasado. Los laminados 10 generalmente se habrán prensado juntos en los fardos 50 para reducir su volumen. Los laminados 10 pueden haber sido lavados para eliminar cualquier resto de comida en una planta de recolección y/o procesamiento de residuos. A su llegada a la planta de reciclaje, los fardos 50 se colocan primero en el dispositivo de corte y trituración 300 para su reducción de tamaño en la etapa 200. A continuación, los lotes de laminados cortados/triturados 10 se cargan en la cuba 310. El agitador 320 mezcla los laminados 10 en la etapa 210 con el líquido de separación 330 en la cuba 310 para producir una mezcla.
- 35 40 45 50 55 60 65 El efecto del fluido de separación 330 es deslaminar la primera capa de polímero 20 de LDPE y/o la segunda capa de polímero 40 y la capa de metal 30 para producir fragmentos de metal a partir de la capa de metal 30 y fragmentos de polímero a partir de la primera capa de polímero 20 y la segunda capa de polímero 40. Esto se consigue a una temperatura determinada, por ejemplo, entre 20 °C y 90 °C, durante un tiempo de tratamiento que normalmente dura entre 30 minutos y 300 minutos. En un aspecto de este método, la temperatura dada es de 70 °C. En otro aspecto del método para envases de cartón universales para bebidas, la temperatura dada estará entre 30 °C y 50 °C. La elección de la temperatura y el tiempo de proceso dependen en gran medida del tipo de materiales poliméricos y de los agentes adhesivos, así como del espesor de las capas individuales a deslaminar. Las capas que se unen entre sí con agentes adhesivos de copolímeros de etileno/ácido acrílico se deslaminan a aproximadamente 40 °C y aquellas con agentes adhesivos de poliuretano se deslaminan a aproximadamente 70 °C.
- La mezcla del fluido de separación 330 y los materiales separados, es decir, LDPE, aluminio y PET se puede extraer de la cuba 310 y tamizar en la etapa 240 en el tamiz 350 para eliminar los materiales sólidos, que incluyen el LDPE de la primera capa de polímero 20, el PET de la segunda capa de polímero 40 y la mayor parte del metal triturado de la capa de metal 30. El fluido de separación 330 es luego reciclado por el dispositivo 355. El reciclaje se realiza mediante filtración en la etapa 245 y reposición de productos químicos consumidos en la etapa 246. Despues, el fluido reciclado se vuelve a colocar en el dispensador de fluido 340. La etapa de filtración 245 en el dispositivo 355 elimina sustancialmente todas las impurezas sólidas del fluido separador 330, incluyendo el trozo de metal, que no fue tamizado previamente.
- El material sólido tamizado en la etapa 240 es una mezcla de polímeros y aluminio. Este material resultante se lava en la etapa 250 en la lavadora 360, y luego se clasifica en una etapa de clasificación en húmedo 260 en el clasificador en húmedo 370 por medio de una técnica de separación por flotación-hundimiento o centrifugación en un material ligero, que comprende principalmente LDPE y un material denso, que comprende principalmente el aluminio y el PET. Los materiales ligeros y los materiales densos se secan por separado en los pasos 270 (material ligero) y 271 (material denso). El material denso se clasifica aún más en la etapa 280 en el clasificador seco 390 mediante técnicas de tamizado por cambio de viento o electromagnéticas, para obtener un material rico en aluminio y un material rico en PET. Se apreciará que la clasificación (en húmedo o en seco) también se puede realizar en una sola etapa o en más

de dos etapas según los requisitos.

- 5 El agua de lavado debe tratarse en la etapa 255 con el dispositivo de reciclaje de agua 365 antes de que el agua de lavado también se reutilice. Estos tratamientos incluyen varias etapas de filtración, con técnicas de filtración regular y de flujo cruzado, ósmosis inversa y/o extracción líquido-líquido, que también permiten recuperar al menos algunos productos químicos del agua de lavado y transferirlos al dispositivo de reciclaje de fluidos 355 para su reutilización. En un aspecto, el dispositivo de reciclaje de agua 365 comprende una unidad de extracción líquido-líquido combinada con ósmosis inversa.
- 10 Los materiales ricos en LDPE se pueden extruir en gránulos en la etapa 290. Los trozos de metal se pueden prensar en pellets en la etapa 291 para su reciclaje. De igual manera, el material rico en PET se puede compactar para su envío en la etapa 292. Las etapas de postratamiento 290, 291 y 292 se pueden realizar en los dispositivos 395, por ejemplo, mediante máquinas de extrusión o prensado.
- 15 El fluido separador 330 utilizado en la cuba 310 y procedente del dispensador de fluido 340 comprende una mezcla de agua, ácido carboxílico, sal de carboxilato y agente pasivante. Los ácidos carboxílicos son, por ejemplo, en cualquier proporción ácidos monocarboxílicos C1-C4 miscibles en agua, como el ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico. La sal carboxilato es, por ejemplo, la sal de sodio del ácido carboxílico correspondiente utilizado. Como un ejemplo, se entenderá que se utilizará acetato de sodio si se utiliza ácido acético como ácido monocarboxílico miscible en agua. El agente de pasivación aplicado aquí es el fosfato dihidrógeno de sodio, que comparte preferentemente el mismo contrío originario de la sal carboxilato. En un aspecto de la invención, el agua está desionizada. Principalmente el ácido carboxílico penetra en la capa a la que está unida la capa de metal y luego deslamina el aluminio de la capa adhesiva del material multicapa. El agente de pasivación se añade para controlar la reacción secundaria de la disolución del aluminio, como se ha analizado anteriormente (véase ec. (1)).
- 20 25 El fluido de separación 330 se mantiene entre 20 °C y 90 °C, y a valores de pH entre 1,5 y 5. Los valores reales se eligen en función de las propiedades de los laminados de entrada 10 u otros materiales multicapa en el material de envasado. Generalmente un valor de pH bajo favorece el rendimiento de la separación, pero también una reacción secundaria que resulta en la disolución del aluminio. Idealmente, el método de la presente divulgación logra un rendimiento suficientemente alto de metal de la capa de metal 30 o de los polímeros de la primera capa de polímero 20 y de la segunda capa de polímero 40 dentro del tiempo de tratamiento, manteniendo al mínimo la disolución de la capa de metal 30. La disolución mínima de la capa de metal 30 es importante por razones de seguridad, dado que la disolución del aluminio también conduce a la formación de hidrógeno gaseoso, lo que representa un peligro de explosión. Asimismo, la economía general del proceso mejora debido a la menor pérdida de aluminio y al menor aporte de productos químicos necesarios. Por lo tanto, el valor del pH debe ajustarse al fluido de separación 330 para lograr un equilibrio entre un tiempo de delaminación razonable y una pasivación posterior eficiente.
- 30 35

El fluido de separación 330 contiene el agente de pasivación fosfato dihidrógeno de sodio para controlar el contenido de aluminio disuelto en el fluido de separación 330. El aluminio precipita como fosfato de aluminio en condiciones adecuadas, ajustando el valor del pH. El fosfato de aluminio es un sólido finamente disperso, que se puede filtrar del líquido en la etapa 245.

40 45 El agente de pasivación induce una fina capa de pasivación de fosfato de aluminio sobre las superficies de aluminio. Estos fosfatos de superficie actúan como inhibidores, pasivando parcialmente las superficies de aluminio del ataque químico posterior del ácido carboxílico. Los productos de reacción salen del fluido de separación 330 en forma sólida, fosfato de aluminio, o en forma gaseosa, hidrógeno. El agente pasivador se consume y es necesario reponerlo. Esta reposición se produce en el dispositivo de reciclaje 355 durante la etapa 246, junto con la reposición de otros productos químicos.

#### 50 Otros ejemplos de materiales multicapa utilizados en envases

Ejemplos no limitativos de otros materiales multicapa utilizados en materiales de envasado incluyen LDPE (=polietileno de baja densidad)/aluminio/PET, que se utilizan en envases de café y de bebidas, o laminados de PP (=polipropileno)/aluminio/poliéster utilizados en envases de café y de alimentos para mascotas, o LDPE/aluminio/LDPE, que se utilizan en el envasado de materias primas granuladas para la industria o en tubos de pasta de dientes. Otro ejemplo son las partes internas (polímero y aluminio) del envase de cartón universal aséptico para bebidas, que normalmente están compuestas de LLDPE (=polietileno lineal de baja densidad)/aluminio/LLDPE.

#### 60 Ejemplos de composición con sus correspondientes ejemplos de aplicación (escala de laboratorio)

Las composiciones enumeradas a continuación son simplemente ejemplos de formulaciones adecuadas y no limitan la invención (todos los porcentajes en peso). Los ejemplos correspondientes que se enumeran a continuación para cada composición son simplemente ejemplos de aplicaciones adecuadas y no pretenden limitar la invención.

**Composición 1**

Agua	52,9 %
Ácido acético	42,5 %
Acetato de sodio	3,5 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	1,1 %

**Ejemplo 1-1**

5 60 g de material LDPE/aluminio/PET (escamas, 1 cm<sup>2</sup>, de bolsas verticales para bebidas) se agitan con 1 kg de líquido de separación (composición 1) a 70 °C. El desprendimiento del LDPE del aluminio se completa después de 2 h y el desprendimiento del PET del aluminio se completa después de 4 h.

**Ejemplo 1-2**

10 30 g de material LDPE/aluminio/PET (escamas, 3 cm<sup>2</sup>, de envases de snacks) se agitan con 1 kg de líquido de separación (composición 1) a 70 °C. El desprendimiento del LDPE del aluminio se completa después de 2 h y el desprendimiento del PET del aluminio se completa después de 4 h.

**Ejemplo 1-3**

15 60 g de material LDPE/aluminio/LDPE (escamas, 2 cm<sup>2</sup>, de tubos de pasta de dientes) se agitan con 1 kg de líquido de separación (composición 1) a 70 °C. El desprendimiento del LDPE del aluminio es completo después de 2 h.

**Ejemplo 1-4**

20 25 Tres probetas individuales de escamas de PP/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 1) a 70 °C. El desprendimiento del PP y del PET del aluminio se completa después de 5 h.

**Ejemplo 1-5**

30 30 g de material LLDPE/aluminio/LLDPE + LLDPE (escamas, 10 cm<sup>2</sup>, partes internas del envase de cartón aséptico para bebidas) se agitan con 1 kg de líquido de separación (composición 1) a 40 °C. El desprendimiento del aluminio del LLDPE se completa después de 2 h.

**Ejemplo 1-6**

35 40 20 g de material OPA/aluminio/LLDPE (escamas, 1 cm<sup>2</sup>, bolsa de gran volumen para el almacenamiento de cerveza gastronómica) se agitan con 1 kg de líquido de separación (composición 1) a 70 °C. El desprendimiento de aluminio del OPA y el LLDPE se completa después de 5 h.

Los Ejemplos 1-1 a 1-6 explican diferentes materiales de envasado que pueden tratarse con la composición 1 del fluido de separación dentro del alcance de la presente invención.

**Composición 2**

Agua	53,0 %
Ácido fórmico	43,0 %
Formiato de sodio	2,9 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	1,1 %

**Ejemplo 2-1**

45 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 2) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 1 h.

50

**Composición 3**

Agua	53,0 %
Ácido propiónico	41,8 %
Propionato de sodio	4,1 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	1,1 %

**Ejemplo 3-1**

- 5 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 3) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 10 h.

- 10 Las composiciones 1 a 3 ilustran formulaciones con diferentes ácidos carboxílicos.

**Composición 4**

Agua	52,7 %
Ácido acético	43,4 %
Acetato de potasio	2,7 %
Fosfato dihidrógeno de potasio	1,2 %

**Ejemplo 4-1**

- 15 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 4) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 8 h.

- 20 La composición 4 ilustra una formulación con potasio como contracación de la sal carboxilato, acetato de potasio y el agente de pasivación, fosfato dihidrógeno de potasio.

**Composición 5**

25

Agua	65,4 %
Ácido acético	30 %
Acetato de sodio	3,5 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	1,1 %

**Ejemplo 5-1**

- 30 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 5) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 6 h.

**Composición 6**

35

Agua	35,4 %
Ácido acético	60 %
Acetato de sodio	3,5 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	1,1 %

**Ejemplo 6-1**

- 40 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 6) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 3,5 h.

Las composiciones 1, 5 y 6 ilustran formulaciones con diferentes cantidades de ácido carboxílico.

**Composición 7**

Agua	54,01 %
Ácido acético	42,47 %
Acetato de sodio	3,50 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	0,02 %

**Ejemplo 7-1**

- 5 80 g de material LDPE/aluminio/PET (escamas, 1 cm<sup>2</sup>, de bolsas verticales para bebidas) se agitan con 2 kg de líquido de separación (composición 7) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 4 h.

**10 Composición 8**

Agua	53,84 %
Ácido acético	42,48 %
Acetato de sodio	3,50 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	0,18 %

**Ejemplo 8-1**

- 15 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 8) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 4 h.
- 20 Las composiciones 1, 7 y 8 ilustran formulaciones con diferentes cantidades de fosfato dihidrógeno de sodio como agente de pasivación.

**Composición 9**

Agua	53,7 %
Ácido acético	44,7 %
Acetato de sodio	0,5 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	1,1 %

**25 Ejemplo 9-1**

- 30 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 9) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 2 h. Las escamas de aluminio mostraron los primeros indicios de corrosión.

**Composición 10**

Agua	53,5 %
Ácido acético	43,9 %
Acetato de sodio	1,5 %
Fosfato dihidrógeno de sodio	1,1 %

**35 Ejemplo 10-1**

- 40 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 10) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 3 h.
- Las composiciones 1, 9 y 10 ilustran formulaciones con diferentes cantidades de acetato de sodio como sal carboxilato.

**Composición 11**

Agua	53,05 %
Ácido acético	42,5 %
Acetato de sodio	3,5 %
Fosfonato monohidrógeno de sodio (NaHPO <sub>3</sub> H)	0,95 %

**Ejemplo 11-1**

5

Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 11) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 4 h.

**10 Composición 12**

Agua	53,19 %
Ácido acético	42,5 %
Acetato de sodio	3,5 %
Fosfinato de sodio (NaPO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	0,81 %

**Ejemplo 12-1**

15 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 12) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 4 h.

**Composición 13**

20

Agua	52,5 %
Ácido acético	42,5 %
Acetato de sodio	3,5 %
45:55 Mezcla de fosfato monosódico monoetílico y fosfato dietílico monosódico	1,5 %

**Ejemplo 13-1**

25 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 13) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 3 h.

**Composición 14**

30

Agua	52,9 %
Ácido acético	42,5 %
Acetato de sodio	3,5 %
Metilfosfonato monosódico (CAS 2914-38-7)	1,1 %

**Ejemplo 14-1**

35 Cinco probetas individuales de escamas de PE/aluminio/PET (1 cm<sup>2</sup>, muestra de laminado como los envases de café de las empresas de fabricación de láminas metálicas y de conversión) se agitan con 20 g de líquido de separación (composición 14) a 70 °C. El desprendimiento del PE y del PET del aluminio se completa después de 4 h.

Las composiciones 1, 11, 12, 13 y 14 ilustran formulaciones con diferentes agentes de pasivación en forma de fosfato, sales de sodio de fosfonato y fosfinato.

**40 Números de referencia**

- 10 Material multicapa  
20 Primera capa de polímero

30	Capa de metal
40	Segunda capa de polímero
50	Fardos
300	Dispositivo de corte o trituración
310	Cuba
320	Agitador
330	Fluido de separación
340	Dispensador de fluido
350	Dispositivo de tamizado
355	Dispositivo de reciclaje de fluidos
360	Lavadora
365	Dispositivo de reciclaje de agua
370	Clasificador en húmedo
380	Unidad de secado
390	Unidad de clasificación en seco
395	Posprocesamiento

## REIVINDICACIONES

1. Un fluido de separación (330) para separar sistemas multicapa que contienen al menos una capa de metal y una capa adicional, comprendiendo el fluido de separación (330) una mezcla de agua, ácido carboxílico, sal carboxilato y un agente pasivante, en donde el agente de pasivación es una sal de fosfato, fosfonato, fosfinato o una mezcla de las mismas.
2. El fluido de separación (330) de la reivindicación 1, en donde el ácido carboxílico es en cualquier proporción ácido carboxílico miscible en agua y tiene un valor  $pK_a$  entre 2,0 y 8,0.
3. El fluido de separación (330) de la reivindicación 2, en donde el ácido carboxílico se selecciona del grupo de ácidos grasos C1-C4 que consiste en ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico o ácido butírico o mezclas de los mismos.
4. El fluido de separación (330) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sal de carboxilato es soluble en agua (solubilidad > 10 g de carboxilato por 100 g de agua a 20 °C) y tiene un valor  $pK_b$  entre 6,0 y 13,0.
5. El fluido de separación (330) de la reivindicación 4, en donde el contracatión de la sal carboxilato así como el agente de pasivación es un catión metálico o un catión complejo, y en donde el catión metálico es uno de los metales alcalinos, metales alcalinotérreos o amonio.
6. El fluido de separación (330) de la reivindicación 4, en donde la sal carboxilato es la base de Lewis correspondiente del ácido carboxílico utilizado.
7. El fluido de separación (330) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el agente de pasivación tiene una solubilidad en agua mayor que 0,01 g por 100 g de agua a 20 °C.
8. El fluido de separación (330) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los componentes de la mezcla separadora comprenden 20 - 70 % y preferentemente 30 - 50 % en peso de ácido carboxílico, hasta un 5 % y preferentemente un 0,02 - 2 % en peso de agente de pasivación y un 0,05 - 10 % y preferentemente un 0,5 - 5 % en peso de sal carboxilato, y un 30 - 70 % y preferentemente un 40 - 60 % en peso de agua.
9. Un método para la separación de una capa de metal (30) de una capa adicional (20, 40) en un material multicapa (10) que comprende:  
colocar el material multicapa (10) en una cuba (310) que comprende el fluido de separación (330) de una de las reivindicaciones 1 a 8.
10. El método de la reivindicación 9, comprendiendo además al menos uno de tamizar o filtrar (240) el fluido de separación (330) con componentes del material multicapa (10) y posteriormente clasificar (260, 280) para obtener una primera fracción de metal de la capa de metal (30) y una segunda fracción de plástico de la capa de polímero (20, 40).
11. El método de una de las reivindicaciones 9 o 10, en donde la separación se lleva a cabo a una temperatura de entre 20 °C y 90 °C y preferentemente a 70 °C.
12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el fluido de separación (330) tiene un valor de pH de entre 1,5 y 5.
13. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde el material multicapa (10) comprende al menos una capa de metal, preferentemente una capa de aluminio, y al menos una capa de polímero (20, 40), que consiste preferentemente en poliéster o poliolefina.
14. Un método para reciclar material de envasado (300) que comprende un material multicapa (10) que comprende al menos una capa de metal (30) y al menos una capa adicional (20, 40), en donde el método comprende:  
colocar el material de envasado (10) en una cuba (310) que comprende un fluido de separación (330) de una de las reivindicaciones 1 a 8 para producir (260) una mezcla de trozos de metal a partir de la capa de metal (30), trozos de plástico de la capa de polímero (20, 40) y componentes residuales.
15. El método de la reivindicación 14, comprendiendo además clasificar (280) y separar los trozos de metal y las escamas de plástico para producir partículas metálicas.
16. Una combinación de un aparato para el reciclaje de material de envasado fabricado a partir de un material multicapa (10), y un fluido de separación (330) de una de las reivindicaciones 1 a 8 que comprende:  
una cuba (310) que contiene el fluido de separación (330);  
un dispositivo de transporte para transportar el material de envasado (10) al interior de la cuba (310); y  
un dispositivo de tamizado/filtración (350) para eliminar (240) materiales separados de la combinación del fluido de separación (330) y el material de envasado (10).

Fig.1

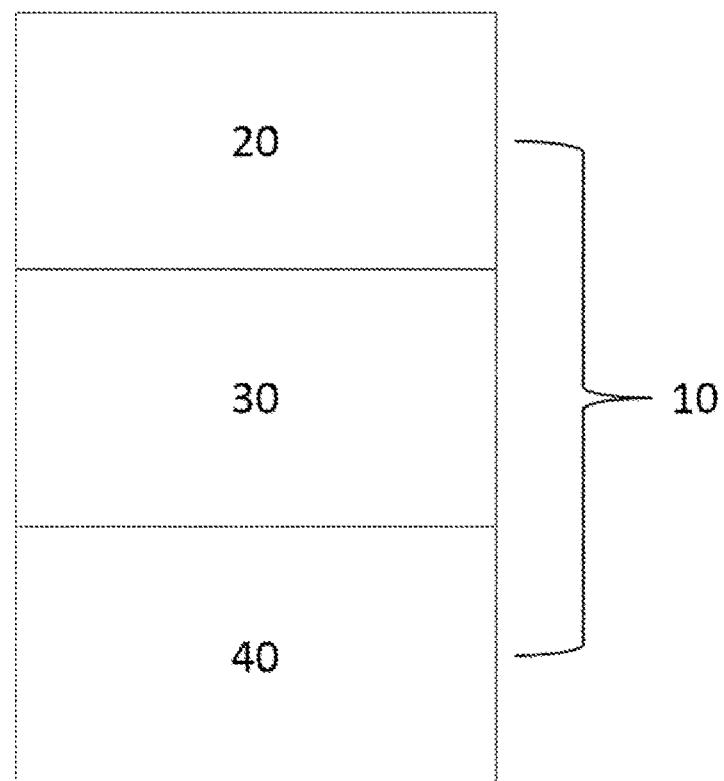
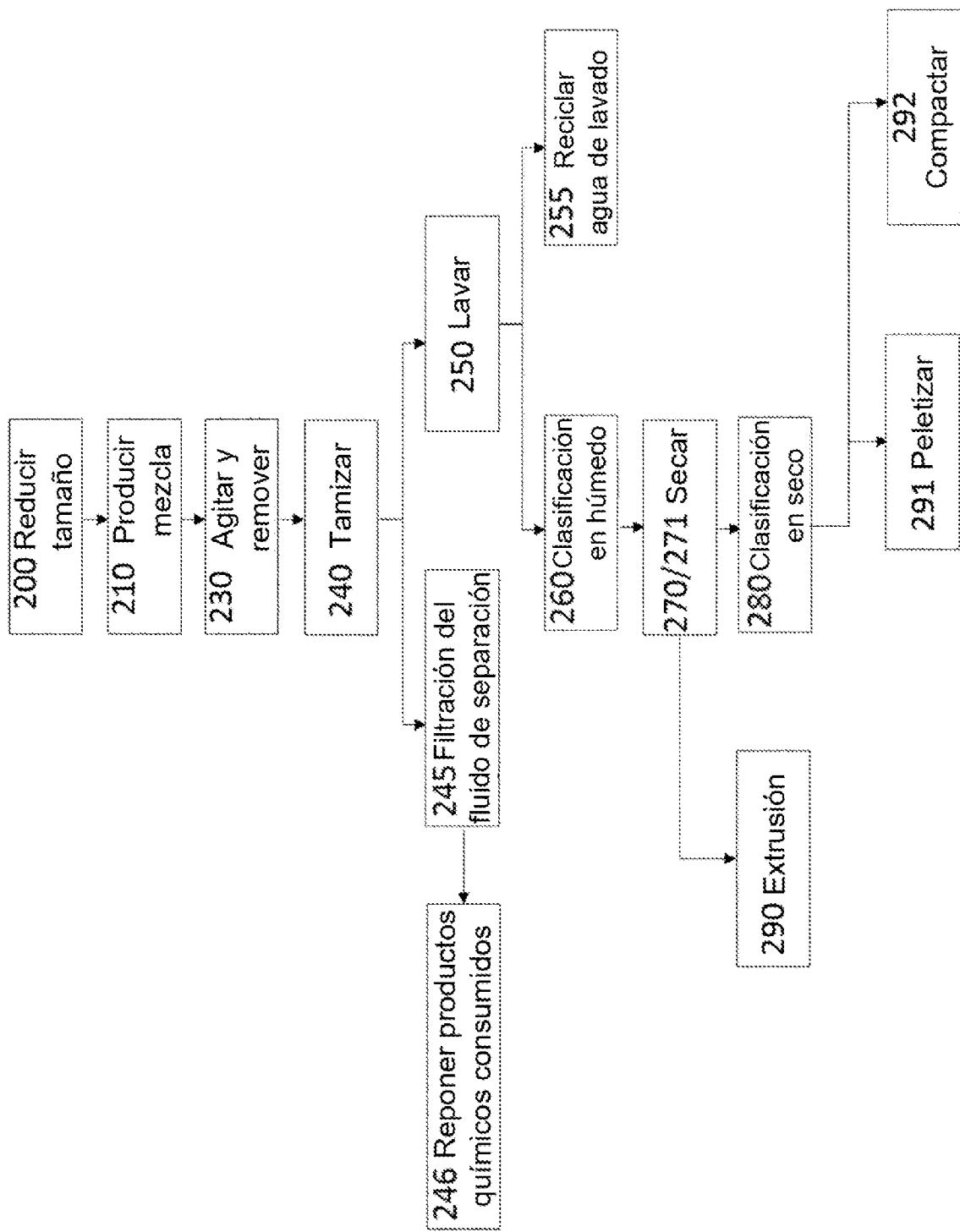


Fig.2



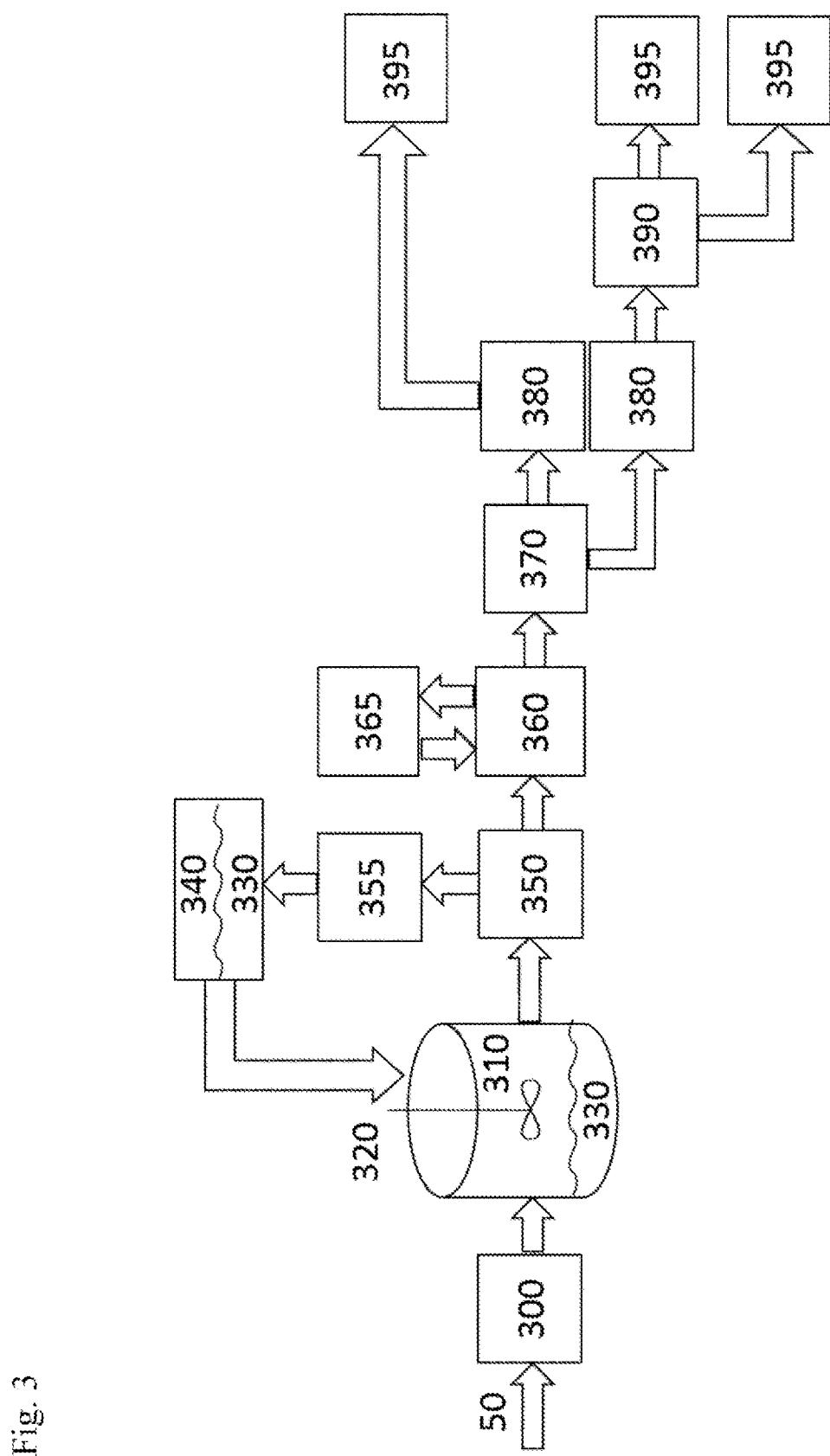


Fig. 3