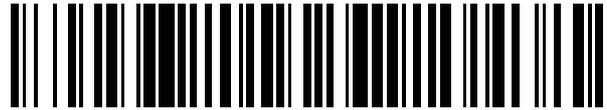


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 308**

51 Int. Cl.:

B29B 17/02 (2006.01)
B29L 31/30 (2006.01)
C10B 53/07 (2006.01)
C22B 25/06 (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01)
B29K 705/00 (2006.01)
C10G 1/10 (2006.01)
C22B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2009 E 09807744 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2334833**

54 Título: **Eliminación de equipo eléctrico y electrónico**

30 Prioridad:

20.08.2008 AU 2008904271

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

25.01.2016

73 Titular/es:

**P-FUEL LTD (100.0%)
Suite 5, Ground Floor 310 Whitehorse Road
Balwyn, VIC 3103, AU**

72 Inventor/es:

SCHEIRS, JOHN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 557 308 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

Eliminación de equipo eléctrico y electrónico

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a la eliminación de equipo eléctrico y electrónico y, en particular, a un método para eliminar tal equipo con el fin de recuperar del mismo los productos utilizables.

10 Antecedentes de la invención

Al igual que con la mayor parte de productos de consumo no deseados, el equipo eléctrico y electrónico no deseado termina con el tiempo en instalaciones municipales de desperdicios para su eliminación. Hasta hace poco tiempo, el método más común de eliminación era simplemente enterrar los desperdicios de equipo eléctrico y electrónico (a lo que se hace comúnmente referencia como "WEEE, *waste electrical and electronic equipment*" o "desperdicio electrónico") en sitios de vertedero controlado. Sin embargo, con el aumento de la concienciación ambiental, existen unas preocupaciones crecientes en cuanto a eliminar el WEEE de esta forma. Por ejemplo, en la década de 1990 algunos países europeos introdujeron leyes que prohíben la eliminación del WEEE en vertederos controlados.

20 Al esperarse que la tendencia de prohibir la eliminación del WEEE en vertederos controlados se expanda en el futuro, será necesario desarrollar nuevas técnicas para eliminar el desperdicio. Si se elimina correctamente, el WEEE puede proporcionar una fuente valiosa de materiales secundarios en bruto. Por ejemplo, los componentes comunes del WEEE incluyen muchos tipos de plástico y elementos tales como plomo, estaño, cobre, silicio, berilio, carbono, hierro, aluminio, cadmio, mercurio, talio, americio, antimonio, arsénico, bario, bismuto, boro, cobalto, europio, galio, germanio, oro, indio, litio, manganeso, níquel, niobio, paladio, platino, rodio, rutenio, selenio, plata, tántalo, terbio, torio, titanio, vanadio e itrio. Sin embargo, cuando no se eliminan correctamente (por ejemplo, en vertederos controlados), los componentes comunes del WEEE pueden representar una fuente importante de toxinas y de carcinógenos.

30 Debido a sus estructuras con frecuencia complejas y de múltiples componentes, la eliminación o el reciclado del WEEE de una forma segura, eficiente y eficaz ha mostrado ser, hasta la fecha, muy difícil. Un enfoque que se ha usado comporta triturar el WEEE y usar un equipo sofisticado para separar los diversos componentes de metal y de plástico. Los componentes separados se venden entonces a empresas de reciclado de metal y de plástico. Sin embargo, el equipo requerido para separar la compleja mezcla de componentes triturados es demasiado costoso. Además, el proceso de separación está lejos de ser perfecto, lo cual limita a su vez las aplicaciones para los materiales "separados". El documento US 2005/026879-A1 divulga un método para reciclar una placa de circuito impreso mediante el cual la pieza se funde y se fuerza a través de un filtro.

40 Por lo tanto, sigue existiendo una oportunidad de solucionar o mitigar una o más desventajas o inconvenientes que están asociados con los métodos existentes para eliminar el WEEE o para por lo menos proporcionar un método alternativo útil.

Sumario de la invención

45 Por lo tanto, la presente invención proporciona un método para eliminar equipo eléctrico y electrónico que comprende componentes de plástico y de metal, comprendiendo el método:

50 procesar por fusión el equipo y / o partes trituradas del mismo para formar un producto procesado por fusión; transferir el producto procesado por fusión al interior de un recipiente y calentar el producto utilizando radiación infrarroja lejana, de tal modo que este libera hidrocarburos volátiles y deja atrás un residuo no volátil que comprende metal; y recoger uno o ambos de los hidrocarburos volátiles y el residuo no volátil para un uso posterior.

55 Mediante el método de la invención, el equipo eléctrico y electrónico no deseado no solo se puede eliminar de una forma segura, eficiente y eficaz, sino que al hacer esto, se pueden aislar del equipo un número de materiales en bruto secundarios y valiosos. En particular, el plástico del equipo eléctrico y electrónico se convierte en hidrocarburos volátiles que se pueden recoger y usar como un producto de petróleo. Además, el residuo no volátil que resulta del método comprende metal procedente del equipo eléctrico y electrónico. El metal se puede aislar posteriormente del residuo recogido y purificarse para proporcionar un recurso valioso de una diversidad de metales, incluyendo metales preciosos.

60 En general, tanto los hidrocarburos volátiles como el residuo no volátil serán recogidos para un uso posterior.

65 Por lo tanto, la presente invención también proporciona hidrocarburos que se producen de acuerdo con el método y metal aislado del residuo no volátil que se produce de acuerdo con el método.

En contraste con las técnicas comunes para procesar equipo eléctrico y electrónico, el método de la presente invención no requiere la separación diligente de los componentes de metal de los componentes de plástico, o la separación del metal y el plástico en sus respectivas clases. En particular, con la condición de que el equipo eléctrico y electrónico pueda procesarse por fusión, no existe limitación alguna en lo que respecta a la cantidad o el tipo de componentes de metal y de plástico que pueden estar presentes. Esta capacidad de tolerar componentes tanto de plástico como de metal simplifica en gran medida el procesamiento del equipo.

Después de procesar por fusión el equipo electrónico y electrónico, el producto procesado por fusión resultante se transfiere al interior de un recipiente, en el que este se expone a radiación infrarroja lejana (FIR, *far infrared radiation*). La FIR promueve el calentamiento del producto con el fin de convertir el material de plástico en el producto en unos hidrocarburos volátiles y dejar atrás el residuo no volátil que comprende metal. Se ha encontrado que el producto procesado por fusión se puede calentar rápidamente y de una forma controlada utilizando la FIR como un medio de calentamiento. Esta etapa del método funciona, en efecto, como un medio sencillo y eficiente de separación de los componentes de plástico de los componentes de metal.

La capacidad de usar, en el método de la invención, una materia prima de equipo electrónico y electrónico que no ha experimentado una separación diligente de componentes de plástico y de metal, junto con el empleo de un calentamiento de FIR para convertir el plástico en la materia prima en hidrocarburos volátiles, se cree que potencia de forma colectiva la eficacia, la eficiencia y la seguridad de la eliminación y recuperación de productos de valor añadido a partir de la materia prima.

A continuación se analizan con más detalle aspectos adicionales de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Se ilustrarán en el presente documento realizaciones de la invención a modo de ejemplo solo con referencia al dibujo adjunto, en el que:

la figura 1 muestra un diagrama de flujo de proceso de un sistema que se puede usar para llevar a cabo el método de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

El método de acuerdo con la invención proporciona un medio para eliminar "equipo eléctrico y electrónico". Por "equipo eléctrico y electrónico" se pretende indicar productos de consumo que se construyen a partir de por lo menos materiales de plástico y de metal y comprende una o más características o partes alimentadas con electricidad. Tal equipo incluye, pero sin limitarse a, ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, escáneres, teléfonos, cámaras y dispositivos de entretenimiento.

Debido a que el método proporciona un medio para "eliminar" el equipo, se apreciará que el equipo por lo general no es deseado y se considera un desperdicio. Se hace comúnmente referencia a tal equipo dentro de la técnica como "desperdicio electrónico", "desperdicio tecnológico" o "desperdicio de equipo eléctrico y electrónico" (WEEE). Por conveniencia, se hará referencia al equipo eléctrico y electrónico que se usa de acuerdo con la invención, en lo sucesivo en el presente documento, simplemente como WEEE.

El WEEE que se usa de acuerdo con la invención comprende componentes tanto de plástico como de metal. Por lo general, se usa una amplia gama de materiales de plástico en la fabricación de equipo eléctrico y electrónico. Tales materiales de plástico incluyen, pero sin limitarse a, polietileno (PE), polipropileno (PP), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), éster acrílico estireno acrilonitrilo (ASA), estireno acrilonitrilo (SAN), poliestireno (PS), poliestireno de alto impacto (HIPS), poliuretano (PU), resinas epoxídicas (EP), poli(cloruro de vinilo) (PVC), policarbonato (PC), poliamidas tales como nailon (PA), polioximetileno (POM), poliésteres tales como poli(tereftalato de butileno) (PBT) y poli(tereftalato de etileno) (PET), poliéster insaturado (UP) y combinaciones o mezclas de los mismos.

De estos materiales de plástico, los plásticos de estireno tales como ABS, ASA, HIPS, SAN y PS y PP y PC o mezclas de los mismos forman parte de la mayor parte de los plásticos que se usan en la fabricación de equipo eléctrico y electrónico.

Los expertos en la materia apreciarán que las técnicas convencionales para reciclar materiales de plástico, por lo general, no solo requieren que el material de plástico sea separado del material no plástico, sino también que el material de plástico aislado sea clasificado de acuerdo con el tipo de plástico. A la vista de la amplia gama de plásticos que se usan en la fabricación de equipo eléctrico y electrónico, las técnicas de reciclado convencionales son, con frecuencia, poco apropiadas para el procesamiento del WEEE.

En contraste, el método de acuerdo con la invención no solo puede tolerar el procesamiento de la mayor parte de materiales de plástico, los materiales de plástico pueden estar contaminados con componentes no plásticos tales como metal y, por lo tanto, es particularmente apropiado para el procesamiento del WEEE. Dependiendo del

tipo / de la forma del WEEE que se usa de acuerdo con la invención, puede ser necesario triturar o fragmentar parte o la totalidad del WEEE antes de que este sea procesado por fusión. Por ejemplo, el WEEE se puede someter a un proceso de trituración tal como el aplastamiento o despedazamiento antes de que este sea procesado por fusión. Por conveniencia, la expresión "WEEE" tal como se usa en el presente documento, tiene la intención de abarcar el WEEE intacto y / o fragmentado.

Dependiendo del tipo de WEEE que se use, podría ser deseable separar, de la materia prima, el metal en bruto y componentes no plásticos tales como el vidrio antes de llevar a cabo el método de la invención. Por ejemplo, el WEEE en su forma posterior al consumidor puede pasarse en primer lugar por un fragmentador o trituradora de martillos para triturar el equipo. El equipo triturado resultante se podría pasar entonces a través de un proceso de tamizado para retirar, por ejemplo, el vidrio y el polvo de tóner, y procesarse entonces utilizando métodos de separación magnéticos y de corrientes parásitas para retirar componentes de metal en bruto o en masa magnéticos (por ejemplo, acero principalmente ferroso) y no magnéticos (por ejemplo, principalmente aluminio).

Los metales comunes que se encuentran en el WEEE incluyen, pero sin limitarse a, plomo, por ejemplo, en forma de soldadura o en baterías de ácido - plomo, estaño, por ejemplo, en forma de soldadura o recubrimientos en hilos conductores de componentes, cobre, por ejemplo, en forma de hilo, pistas conductoras de placas de circuito impreso e hilos conductores de componentes, cadmio, por ejemplo, en forma de resistencias sensibles a la luz y aleaciones resistentes a la corrosión, aluminio, por ejemplo en forma de disipadores térmicos, hierro, por ejemplo, en forma de chasis de acero, cajas y fijaciones, níquel y cadmio, por ejemplo, en forma de baterías de níquel - cadmio, zinc, en forma de recubrimientos sobre partes de acero, metales preciosos tales como oro, plata, platino y paladio, por ejemplo, en forma de recubrimiento de conectores, que se usa principalmente en el equipo informático, y mercurio, por ejemplo, en forma de conmutadores de basculación.

El método de la invención incluye el procesamiento por fusión del WEEE para formar un producto procesado por fusión. Por "procesamiento por fusión" se pretende indicar que el WEEE que se procesa en un dispositivo de mezclado de masa fundida, tal como componentes de plástico del WEEE, se transforman para dar un estado fundido.

El procesamiento por fusión se puede llevar a cabo utilizando unas técnicas y un equipo bien conocidos en la técnica. Por lo general, el procesamiento por fusión se logra utilizando un equipo de extrusión continua, tal como extrusoras de un solo husillo, extrusoras de doble husillo, otras extrusoras de múltiples husillos o mezcladoras continuas de tipo Farrell.

El procesamiento por fusión se lleva a cabo durante un tiempo suficiente y a una temperatura apropiada para dar lugar a que los componentes de plástico del WEEE acaben por fundirse. Los expertos en la materia apreciarán que la temperatura a la cual se lleva a cabo el procesamiento por fusión dependerá, por lo general, de la naturaleza de los componentes de plástico que se estén procesando. Por lo general, el WEEE se puede procesar por fusión a una temperatura que varía de aproximadamente 220 °C a aproximadamente 260 °C.

Por consiguiente, se apreciará que la composición del WEEE que se procesa por fusión comprenderá suficiente material de plástico para posibilitar que se lleve a cabo el procesamiento por fusión. Por lo general, el WEEE que se procesa por fusión comprenderá por lo menos aproximadamente un 70 % en peso de plástico. El equipo eléctrico y electrónico por lo general comprende solo aproximadamente de un 20 % a un 30 % de material de plástico, pero después de ser aplastado y procesado para retirar el material no plástico en bruto, su contenido en plástico por lo general se aumenta a aproximadamente un 70 % en peso.

Los materiales de plástico que se usan en la fabricación de equipo eléctrico y electrónico pueden comprender muchos aditivos tales como un retardante de la llama. Los retardantes de la llama comunes incluyen compuestos bromados tales como bifenilos polibromados (PBB) y éteres de difenilo polibromados (PBDE). Los retardantes de la llama bromados comunes incluyen, pero sin limitarse a, tetrabromobisfenol A (TBBPA), éter de decabromodifenilo (DecaBDE), éter de octobromodifenilo (OctaBDE) y 1,2-bis-tribromofenoxietano (TBPE).

La presencia de retardantes de la llama en materiales de plástico que se procesan por fusión puede dar como resultado la liberación de compuestos tóxicos tales como ácido clorhídrico, ácido bromhídrico y dioxinas cloradas / bromadas y furanos. Si tales compuestos tóxicos se generan durante el procesamiento por fusión del WEEE; su concentración en el producto procesado por fusión resultante se puede reducir al someter el WEEE fundido a un proceso de extracción a vacío. Por ejemplo, el WEEE se puede procesar por fusión utilizando un dispositivo de mezclado de masa fundida convencional, tal como una extrusora que se ventila a una o más bombas de vacío. Los productos volátiles extraídos de la masa fundida se pueden recoger de forma segura utilizando técnicas convencionales tales como mediante captura en frío y / o lavado (por ejemplo, una torre de lavado cáustico para retirar compuestos ácidos extraídos).

De acuerdo con el método, el producto procesado por fusión formado por el procesamiento por fusión del WEEE se transfiere entonces al interior de un recipiente. El producto procesado por fusión en primer lugar se puede recoger,

almacenar y entonces transferir al interior del recipiente pero, por lo general, este se transferirá directamente al interior del recipiente mientras que todavía se encuentra en un estado fundido.

5 No existe limitación particular alguna en cuanto al tipo de recipiente que se puede usar de acuerdo con la invención, con la condición de que este pueda contener fácilmente el producto procesado por fusión y soportar el entorno químico y las temperaturas que se experimentan durante el método. El recipiente puede, por ejemplo, estar hecho de acero inoxidable. Los expertos en la materia pueden hacer referencia comúnmente al recipiente como "reactor de pirólisis".

10 El recipiente también estará adaptado con el fin de permitir que los hidrocarburos volátiles que se liberan del producto procesado por fusión sean recogidos. Por ejemplo, por lo general, el recipiente tendrá por lo menos una salida colocada en el espacio superior sobre el producto procesado por fusión, diseñada para permitir la recogida de hidrocarburos volátiles. Los hidrocarburos volátiles recogidos serán, por lo general, una mezcla de compuestos tales como olefinas, parafinas y compuestos aromáticos. Los hidrocarburos volátiles pueden, por ejemplo, comprender una mezcla de compuestos de hidrocarburo de C₁ - C₂₂. Los expertos en la materia apreciarán que tales compuestos se pueden usar fácilmente como numerosos productos de petróleo. En una realización, los hidrocarburos volátiles recogidos comprenden por lo menos uno de una fracción de diesel, de gasolina y de gas de petróleo líquido (LPG).

15 Además de estar adaptado para recoger los hidrocarburos volátiles, el recipiente también estará adaptado para permitir la retirada de los residuos no volátiles que comprenden metal. Por ejemplo, también habrá por lo general por lo menos una salida en el recipiente diseñada para retirar tal residuo.

20 El recipiente también se puede equipar con un medio para agitar o remover el producto procesado por fusión en el interior del recipiente con el fin de promover un calentamiento uniforme del producto. Por ejemplo, el recipiente puede comprender uno o más elementos de agitación que giran en el interior del recipiente y agitan el producto.

25 Una característica importante del método es que el producto procesado por fusión se calienta utilizando la FIR de tal modo que los hidrocarburos volátiles se liberan del mismo. Los hidrocarburos volátiles pueden ser liberados del producto simplemente en virtud de la desorción térmica de los hidrocarburos ya presentes en el producto, y / o en virtud del material de plástico presente en el producto que se está pirolizando.

30 La pirólisis es un proceso químico bien conocido para convertir materiales orgánicos en hidrocarburos volátiles. La pirólisis también puede dar como resultado la producción de volátiles no de hidrocarburos tales como gas hidrógeno.

35 En contraste con las técnicas de pirólisis convencionales, el método de la invención permite que el producto procesado por fusión se pirolice a unas temperaturas relativamente bajas (por ejemplo, al calentar el producto a unas temperaturas en el intervalo de aproximadamente 360 °C a aproximadamente 450 °C). Tales bajas temperaturas de pirólisis se pueden lograr debido a la transferencia eficaz y eficiente de calor de la FIR al producto.

40 La pirólisis del producto procesado por fusión por lo general se llevará a cabo en ausencia de oxígeno, y se puede llevar a cabo en presencia de un catalizador apropiado para promover el agrietamiento térmico del material de plástico en el producto.

45 Se ha encontrado que la capacidad de calentar y controlar rápidamente la temperatura del producto procesado por fusión utilizando la FIR y, entonces, llevar a cabo la pirólisis a unas temperaturas relativamente bajas mejora la eficiencia de la conversión del material de plástico en el producto en hidrocarburos volátiles y también reduce la formación de coque en el interior del recipiente. Sin desear quedar limitado por teoría alguna, se cree que unas temperaturas relativamente bajas y un tiempo corto de exposición a tales temperaturas aumenta al máximo la formación de hidrocarburos volátiles y también reduce la formación de coque en el interior del recipiente.

50 El calentamiento del producto procesado por fusión por FIR se puede llevar a cabo mediante cualquier medio apropiado. Por ejemplo, uno o más calentadores de FIR se pueden encontrar en el interior del recipiente. Por lo general, una pluralidad de calentadores de FIR estará colocada en el interior del recipiente. Por lo tanto, los calentadores de FIR proporcionan un medio "interno" o "directo" para calentar el producto, siendo esto en contraste con el medio "externo" o "indirecto" que se usa en las técnicas de pirólisis convencionales.

55 Los expertos en la materia apreciarán que la FIR define la parte del espectro electromagnético que cae entre la radiación infrarroja intermedia y la radiación de microondas.

60 Los calentadores de FIR convencionales se pueden usar de forma ventajosa de acuerdo con la invención para proporcionar la fuente de FIR. Los calentadores de FIR estarán, por supuesto, configurados para soportar las condiciones que sean encontradas por el método. Por ejemplo, los calentadores de FIR se pueden encontrar en forma de elementos de barra de cerámica cubiertos con manguitos de acero inoxidable recubiertos con un compuesto emisor apropiado. Los calentadores de FIR se pueden colocar con el recipiente con el fin de estar en contacto directo con el producto procesado por fusión y promover un calentamiento eficiente y eficaz del mismo.

65

Los hidrocarburos volátiles que se liberan del producto procesado por fusión se pueden recoger mediante cualquier medio apropiado. Por lo general, el recipiente estará adaptado para comprender un fraccionador de columna de reflujo, de tal modo que los hidrocarburos volátiles recogidos se pueden separar de acuerdo con su punto de ebullición. Si se desea, las fracciones de punto de ebullición más bajo (es decir, las fracciones "más ligeras") se pueden introducir en la parte superior de la columna con el fin de extraer por absorción de contracorriente las fracciones de punto de ebullición más alto (es decir, las fracciones "pesadas") del vapor de hidrocarburo que se alzan de la compactación en el interior de la columna. De esta forma, las fracciones con punto de ebullición más alto se pueden devolver al reactor para ser sometidas a pirólisis adicional.

Los hidrocarburos recogidos se pueden usar entonces en diversas aplicaciones / productos o, si se desea, someterse a una refinación en un segundo fraccionador de columna de reflujo que se puede usar para separar adicionalmente las fracciones en unos productos de petróleo más específicos.

El método de la invención por lo general también producirá una proporción de hidrocarburos no condensables (a presión atmosférica) tales como hidrocarburos ligeros en el intervalo de LPG. Tal gas de hidrocarburo se puede eliminar por quema en antorcha. Como alternativa, este se puede usar como combustible de una unidad de generación de energía que puede generar electricidad para alimentar un equipo asociado con la realización del método de la invención. Por ejemplo, la electricidad generada se puede usar para alimentar los calentadores de FIR y se pueden usar otras unidades de calentamiento y de bombeo en el método.

Cuando el WEEE que se usa de acuerdo con el método comprende material de plástico formulado con retardante de la llama, el producto procesado por fusión introducido dentro del recipiente puede contener retardante de la llama o productos de degradación del mismo. Tal como se ha indicado en lo que antecede, la cantidad de productos de degradación de retardante de la llama en el producto procesado por fusión se puede reducir por el procesamiento por fusión del WEEE bajo una presión reducida.

A pesar del procesamiento por fusión del WEEE bajo una presión reducida, el producto procesado por fusión resultante puede comprender retardante de la llama y / o productos de degradación del mismo. En ese caso, el calentamiento del producto en el recipiente utilizando la FIR puede volatilizar el retardante de la llama y / o sus productos de degradación, dando como resultado la contaminación de los hidrocarburos liberados. Los productos de hidrocarburos volátiles recogidos del recipiente pueden, por lo tanto, comprender compuestos retardantes de la llama y / o sus productos de degradación. Cuando la presencia de tales compuestos en la corriente de hidrocarburos recogida sea indeseable, los hidrocarburos se pueden someter a técnicas de purificación convencionales, tales como fraccionamiento y / o lavado, para retirar tales contaminantes.

Como una técnica alternativa o adicional para reducir la cantidad de retardante de la llama y / o los productos de degradación del mismo que pueden contaminar los hidrocarburos recogidos, se puede introducir una zeolita, por ejemplo, zeolita-Y, con el producto procesado por fusión en el interior del recipiente. En particular, las zeolitas son conocidas por su capacidad de retirar compuestos bromados de los productos de pirólisis.

Además de liberar hidrocarburos volátiles, el calentamiento del producto procesado por fusión de acuerdo con el método también generará un residuo no volátil que comprende metal. El contenido en metal del residuo variará dependiendo de la composición del WEEE que se use, encontrándose el resto del residuo por lo general en forma de material carbonáceo y cualquier otro material no volátil tal como cerámica y vidrio. Por conveniencia, en lo sucesivo en el presente documento se hará referencia a tales residuos, de forma colectiva, como "residuos de pirólisis".

Por lo general, el recipiente estará adaptado para retirar fácilmente los residuos de pirólisis mediante, por ejemplo, una válvula de salida ubicada en la parte inferior del recipiente. Los residuos de pirólisis retirados del recipiente pueden comprender materiales orgánicos residuales tales como plástico no pirolizado y / o hidrocarburos liberados pesados. En ese caso, el residuo ahora aislado se puede someter a un segundo proceso de calentamiento, por ejemplo, al ser pasado a través de un túnel de calentamiento por FIR, por lo cual cualquier hidrocarburo o plástico residual presente se piroliza / volatiliza del residuo para producir un polvo de residuo de pirólisis friable de libre flujo que comprende metal. Los hidrocarburos volatilizados producidos por este segundo proceso de calentamiento se pueden volver a introducir en el recipiente para ser procesados de acuerdo con el método.

El residuo de pirólisis ahora aislado que comprende metal se puede recoger entonces para un uso posterior. Por ejemplo, el metal presente en el residuo se puede aislar y purificar utilizando técnicas de aislamiento / purificación convencionales. En ese caso, en primer lugar el residuo se puede procesar en un horno de reverberación para recoger la mayor parte del plomo presente. La escoria resultante se puede procesar entonces en un alto horno en donde los metales tales como el zinc y el estaño se pueden recoger de la corriente de vapor expulsada. Los sólidos del alto horno se pueden procesar en un horno de ánodo para concentrar los metales restantes en aquello a lo que comúnmente se hace referencia como lodo de ánodo. Este lodo de ánodo se puede procesar entonces por refinación electrolítica para recoger otros metales. Por ejemplo, el lodo se puede procesar por refinación electrolítica de cobre para recoger cobre, siendo fundida la lixiviación resultante para condensar los metales restantes. El producto fundido se puede someter entonces a una refinación electrolítica de plata para recoger plata. El lodo de

ánodo a partir de este proceso será, por lo general, un metal precioso (por ejemplo, oro, platino, paladio) concentrado, metales que se pueden purificar adicionalmente por medios convencionales si se desea.

5 El método de acuerdo con la invención se puede llevar a cabo en un modo continuo, semi-continuo o por lotes. Por lo general, el método se accionará en un modo continuo.

10 El método de acuerdo con la invención se puede llevar a cabo con un sistema ilustrado de forma esquemática en el diagrama de flujo que se muestra en la figura 1. En ese caso, el WEEE se introduce dentro de la garganta (10) de alimentación de un dispositivo (20) de mezclado de masa fundida tal como una extrusora. El dispositivo de mezclado de masa fundida puede estar ventilado (lo que no se muestra) hacia una o más bombas de vacío con el fin de extraer del WEEE fundido los componentes volátiles tales como el retardante de la llama y/o sus productos de degradación. El producto procesado por fusión resultante (que no se muestra) se introduce entonces dentro de un recipiente (30) reactor mientras que sigue en un estado fundido. El producto procesado por fusión que se introduce dentro del recipiente se puede agitar con un elemento (40) de mezclado tal como un agitador impelente.

15 De acuerdo con el método, el proceso procesado por fusión se calienta por FIR. La FIR por lo general será generada por una pluralidad de calentadores (50) de FIR. Los calentadores de FIR pueden comprender unas barras de cerámica cubiertas con manguitos de acero inoxidable recubiertos con un compuesto emisor apropiado. Cada barra de calentamiento de FIR tendrá, por lo general, una capacidad de calentamiento mínima de 12 kW. El producto procesado por fusión se calentará, por lo general, hasta una temperatura que varía de aproximadamente 360 °C a aproximadamente 450 °C. El calentamiento del producto promoverá la liberación de hidrocarburos volátiles contenidos en el mismo y también de hidrocarburos volátiles formados por pirólisis. Los hidrocarburos liberados (que no se muestran) se pueden recoger en una ubicación apropiada (60) en un fraccionador (70) de columna de reflujo. Los hidrocarburos recogidos se pueden purificar adicionalmente al ser pasados a través de una torre de lavado (que no se muestra) y/o al ser pasados al interior de un segundo fraccionador de columna de reflujo (que no se muestra). Un fraccionamiento adicional puede, por ejemplo, posibilitar que los hidrocarburos volátiles sean separados en productos de petróleo específicos.

20 Los hidrocarburos volátiles recogidos también pueden comprender hidrocarburos no condensables (a presión atmosférica) tales como hidrocarburos en el intervalo de gas de petróleo líquido (LPG). Tales hidrocarburos no condensables serán recogidos, por lo general, desde la parte superior (80) del fraccionador (70) de columna de reflujo y se pueden eliminar por quema en antorcha (lo que no se muestra) o se pueden usar como combustible de una unidad de generación de energía (que no se muestra). La unidad de generación de energía se puede usar para alimentar los calentadores de FIR y los motores eléctricos asociados con el equipo que se usa en el proceso.

35 También se encuentra conectado con el recipiente un acceso (90) de salida para retirar los residuos de pirólisis del recipiente. Los residuos de pirólisis que se retiran del recipiente pueden comprender materiales orgánicos residuales tales como plástico no pirolizado y/o hidrocarburos liberados pesados. En ese caso, el residuo de pirólisis se puede descargar a un túnel (100) de calentamiento en donde un elemento (110) de calentamiento tal como un calentador de FIR se puede usar para expulsar cualesquiera hidrocarburos volátiles y/o pirolizar cualquier material orgánico restante. Cualquier hidrocarburo volátil formado se puede volver a introducir en el recipiente. Tras someterse a este proceso de calentamiento adicional, se produce un residuo de pirólisis que comprende metal en forma de polvo friable (120).

45 El residuo de pirólisis que comprende metal (120) se puede procesar entonces (lo que no se muestra) con el fin de aislar y purificar el metal contenido en el mismo.

50 Un sistema de este tipo se puede accionar en un modo continuo, semi-continuo o por lotes. El sistema también se puede accionar de una forma sustancialmente cerrada, reduciendo de ese modo al mínimo las emisiones a la atmósfera.

Se describen adicionalmente realizaciones de la invención con referencia a los siguientes ejemplos no limitantes.

Ejemplos

55 Ejemplo 1

60 Un WEEE que comprendía principalmente impresoras y fotocopiadoras se trituró utilizando un triturador de eje cuádruple (de cuatro ejes) de Brentwood Industrial Shredders. El metal en bruto y el vidrio se retiró entonces del WEEE triturado mediante una separación de metal (magnética y de corriente parásita) y tamizado. El contenido en plásticos mezclados del WEEE triturado resultante fue de aproximadamente un 85 % en peso y comprendía principalmente HIPS, ABS, PC / ABS, Noryl (PPO-PS) y algunas poliolefinas. El WEEE triturado se procesó por fusión (se extruyó) entonces utilizando una extrusora ventilada a 250 °C y se pasó directamente al interior de un recipiente de pirólisis de acero inoxidable (SS316). El producto procesado por fusión se calentó entonces desde dentro del recipiente por 43 barras de calentamiento infrarrojo lejano ("calentamiento interno") hasta aproximadamente 425 °C para promover la pirólisis del material de plástico. Los hidrocarburos volátiles liberados

- 5 durante la pirólisis se condensaron y se recogieron para producir aproximadamente un 70 % (en peso del producto procesado por fusión) de un líquido que está compuesto por una mezcla de aproximadamente un 50 % de C11 - C22 (diesel) más aproximadamente un 20 % de etil benceno y aproximadamente un 30 % de estireno. El residuo no volátil restante (aproximadamente un 30 % en peso del producto procesado por fusión) se retiró del recipiente y se procesó mediante procesos de horno / fusión / refinación secuenciales para producir los siguientes metales Pb (un 8 %), Cu (un 7 %), Fe (un 7 %), Ag (un 0,4 %), Au (un 0,2 %), siendo el resto carbono (en peso del residuo no volátil).
- 10 Por la totalidad de la presente memoria descriptiva y las reivindicaciones en lo sucesivo, a menos que el contexto requiera lo contrario, se entenderá que la palabra "comprender" y variaciones tales como "comprende" y "comprendiendo / que comprende" implican la inclusión de un número entero o etapa o grupo de números enteros o etapas que se indique, pero no la exclusión de ningún otro número entero o etapa o grupo de números enteros o etapas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar equipo eléctrico y electrónico que comprende componentes de plástico y de metal, comprendiendo el método:
- 5 procesar por fusión el equipo y / o partes trituradas del mismo para formar un producto procesado por fusión; transferir el producto procesado por fusión al interior de un recipiente (30) y calentar el producto utilizando radiación infrarroja lejana (50), de tal modo que este libera hidrocarburos volátiles y deja atrás un residuo no volátil que comprende metal; y
- 10 recoger uno o ambos de los hidrocarburos volátiles y el residuo no volátil para un uso posterior.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el equipo eléctrico y electrónico se somete a un proceso de trituración antes de que este sea procesado por fusión.
- 15 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que antes de ser procesado por fusión, el equipo eléctrico y electrónico triturado se somete a un proceso de separación que retira por lo menos componentes magnéticos del mismo.
- 20 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el equipo eléctrico y electrónico y / o partes trituradas del mismo se procesan por fusión utilizando una extrusora que se ventila hacia una o más bombas de vacío con el fin de retirar compuestos volátiles de la masa fundida.
- 25 5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los compuestos volátiles retirados por la bomba de vacío se recogen en una trampa de frío y / o se pasan a través de una torre de lavado cáustico.
- 30 6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el procesamiento por fusión se lleva a cabo a una temperatura que varía de aproximadamente 220 °C a aproximadamente 260 °C.
- 35 7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se introduce una zeolita dentro del recipiente junto con el producto procesado por fusión.
- 40 8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la radiación infrarroja lejana está provista por una pluralidad de calentadores (50) de radiación infrarroja lejana que están, cada uno, por lo menos en parte inmersos dentro del producto procesado por fusión.
- 45 9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los calentadores de infrarrojos lejanos se encuentran en forma de elementos de barra de cerámica cubiertos con manguitos de acero inoxidable que están recubiertos con un compuesto emisor.
- 50 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el producto procesado por fusión se calienta mediante la radiación infrarroja lejana a una temperatura que varía de aproximadamente 360 °C a aproximadamente 450 °C.
- 55 11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que los hidrocarburos volátiles se recogen utilizando un fraccionador (70) de columna de reflujo.
- 60 12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que los hidrocarburos volátiles recogidos comprenden por lo menos una de entre una fracción de diésel, de gasolina y de gas de petróleo líquido (LPG).
13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que antes de la recogida el residuo no volátil se descarga del recipiente y se calienta utilizando radiación infrarroja lejana para expulsar cualesquiera hidrocarburos volátiles residuales.
14. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que además comprende purificar y aislar metal contenido en el residuo no volátil recogido.
15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el metal se purifica y se aísla al procesar el residuo no volátil recogido utilizando uno o más de un horno de reverberación, un alto horno, un horno de ánodo o una técnica de refinación electrolítica.
16. El método de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, en el que el metal purificado y aislado se selecciona de uno o más de entre plomo, estaño, cobre, cadmio, aluminio, hierro, níquel, zinc, oro, plata, platino y paladio.

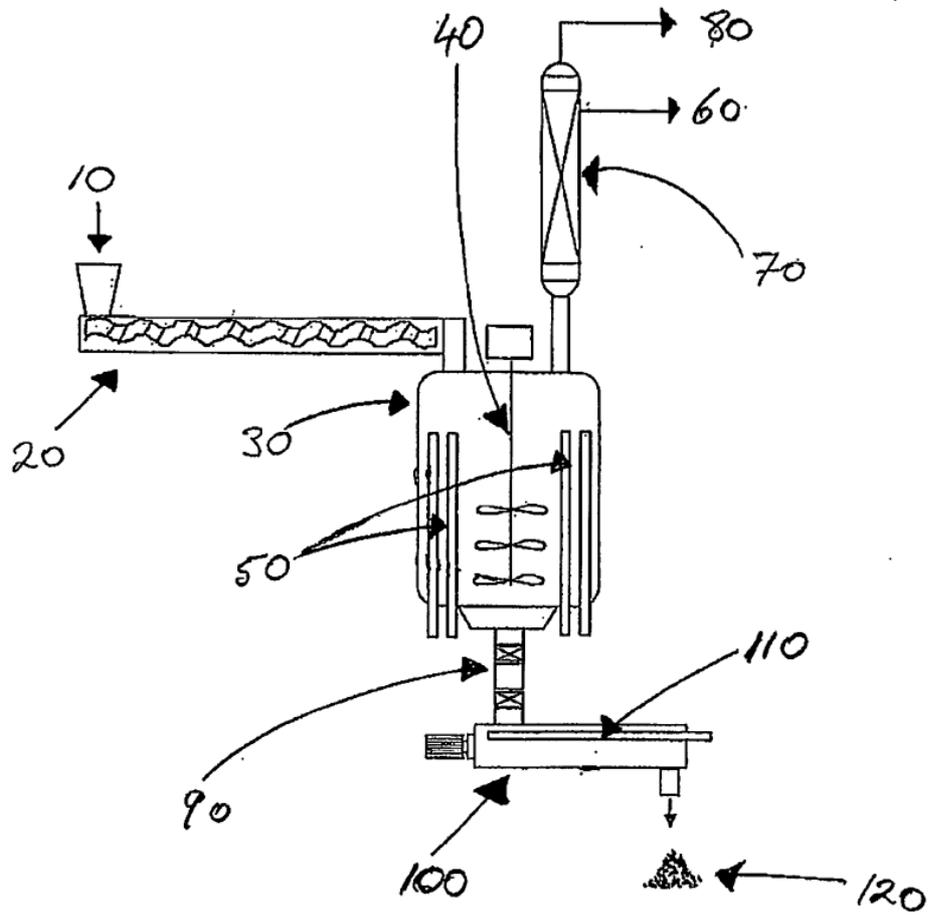


FIGURA 1