

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 065**

51 Int. Cl.:

B07C 5/344 (2006.01)

B03C 1/30 (2006.01)

C22B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2009 PCT/IB2009/055059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.05.2010 WO10055489**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2009 E 09771778 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2018 EP 2366038**

54 Título: **Procedimiento de recuperación de los metales contenidos en los desechos electrónicos**

30 Prioridad:

14.11.2008 FR 0806357

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

23.05.2018

73 Titular/es:

**WEEE METALLICA (100.0%)
rue Roger Salengro
62330 Isbergues, FR**

72 Inventor/es:

**THOMAS, CHRISTIAN;
MENUET, JOËL y
VANHELLE, GERVAIS**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 669 065 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de recuperación de los metales contenidos en los desechos electrónicos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de recuperación de los metales contenidos en los desechos electrónicos, principalmente en las tarjetas electrónicas usadas, así como a una instalación adaptada para la implementación de este procedimiento.

10

Antecedentes técnicos

La creciente utilización de calculadoras, teléfonos portátiles, aparatos electrónicos y otros aparatos de alta tecnología de corta duración de vida útil genera una cantidad creciente de desechos que contienen típicamente metales férricos, cobre, aluminio, cinc, metales raros y preciosos, etc. Esta situación plantea el problema de la recuperación y del tratamiento de los metales contenidos en estos desechos. Así, dichos desechos constituyen un verdadero filón de metales.

15

Una técnica conocida de recuperación de los metales consiste en cargar los desechos (previamente triturados hasta aproximadamente 4 cm) en unos hornos primarios u hornos de cobre. Esta técnica genera fuertes emisiones de polvo, de dióxido de azufre y de gases que contienen halógenos (cloro y bromo). Los gases emitidos exigen por tanto un complejo tratamiento posterior. Otro problema encontrado con esta técnica es que los desechos electrónicos desprenden mucho calor durante la combustión del plástico de contienen. En otros términos el poder calorífico elevado de los desechos electrónicos es un obstáculo para esta técnica. El contenido de aluminio frecuentemente elevado en los desechos tratados constituye también otro problema, puesto que la presencia de aluminio en las escorias o residuos metálicos aumenta su temperatura de fusión de manera que su tratamiento se convierte en muy difícil. Debido a estos diversos inconvenientes, es limitada la capacidad de los hornos primarios para tratar los desechos electrónicos.

20

25

30

Otras técnicas de recuperación utilizan unos procedimientos de trituración fina, seguido de una separación magnética y electrostática que permiten enriquecer y clasificar unas fases ricas y pobres en metales. Por ejemplo, el documento WO 2007/099204 presenta un método que comprende la trituración de los desechos en partículas de 2-4 mm, la colocación en carga electrostática de los materiales por frotamiento contra un tambor, seguido de un bombardeo de electrones, y finalmente la clasificación de los materiales por medio de un campo eléctrico. Sin embargo, las técnicas de este tipo son onerosas (en particular debido a la trituración fina que es necesaria), no asegura más que una clasificación imperfecta y conducen por tanto a un mal rendimiento en la recuperación de los metales preciosos.

35

40

Según otro planteamiento, el documento EP 1712301 describe un procedimiento de tratamiento de los desechos electrónicos en el que los fragmentos de hilos metálicos se recuperan entre los desechos por medio de un barrilete provisto de una banda textil a la que se adhieren los fragmentos de hilos.

El documento FR-A-2 690 928 describe un procedimiento y una instalación para el tratamiento de materiales compuestos plástico-metal. La instalación esencialmente se caracteriza por que comprende:

45

- un recinto de tratamiento térmico alimentado con desechos de material compuesto y en el que se efectúa la pirólisis de estos desechos a una temperatura comprendida entre 350 y 450 °C, preferentemente a aproximadamente 400 °C, siendo evacuados los gases de combustión de los aglutinantes contenidos en el material compuesto desde dicho recinto para ser tratados y depurados mediante unos medios clásicos;
- 50 - unos medios de trituración que reciben el material procedente del recinto de tratamiento térmico;
- unos medios que aseguran la separación de los constituyentes metálicos reciclables de los subproductos y
- unos medios de acondicionamiento de los constituyentes metálicos así separados.

50

El documento WO 2005/084839 describe un procedimiento de tratamiento de desechos mixtos orgánicos / metales. El procedimiento enseñado mediante este documento consiste en una trituración de los desechos hasta un tamaño de partículas que van de 5 a 25 mm, seguido por un tratamiento térmico entre 350 y 600 °C en medio reductor y simultáneamente, un cizallamiento mediante láminas. Los residuos metálicos se separan a continuación con ayuda de medios mecánicos o de procedimientos metalúrgicos clásicos, o de medios químicos.

55

60

El documento EP-A-0 682 099 describe un procedimiento de tratamiento de desechos de embalaje y/o de materiales plásticos. El producto se trata mediante pirólisis y posteriormente la fase metálica se separa de la fracción con carbono mediante unos medios mecánicos o magnéticos. Los desechos tratados en este documento son los desechos pobres en metales. Este documento no describe desechos electrónicos. La presencia de metales preciosos no está contemplada.

65

- 5 El documento titulado "Municipal waste management in Sicily: Practices and challenges" por Antonio Messineo y Domenico Panno publicado en la revista Waste Management, n.º 28, (2008), páginas 1201-1208 describe un plan de gestión de los desechos sólidos en Sicilia. Este documento describe en particular en el punto 4.1 un procedimiento de purificación de los gases procedentes de la combustión de los desechos. Un dispositivo de purificación de los gases procedentes de la combustión comprende carbón activo para atrapar el mercurio y las dioxinas-furanos. Comprende igualmente un sistema de neutralización de los gases ácidos mediante carbonato de sodio.
- 10 Se han llevado a cabo igualmente tentativas con el fin de recuperar los metales mediante pirólisis en lecho fluidificado. Sin embargo, esta técnica tiene como inconveniente mezclar los metales con un aditivo (soporte de la fluidificación) tal como arena, cuarzo, etc. lo que complica la recuperación. En efecto, el tamizado que se efectúa a continuación de la pirólisis no permite separar eficazmente el aditivo de ciertos polvos metálicos. Además un procedimiento de ese tipo consume mucha energía, una parte de los metales se oxidan y se arrastran metales en la fase gaseosa.
- 15 Existe por tanto una necesidad real de poner a punto un procedimiento de recuperación de los metales contenidos en los desechos electrónicos, que permita superar las ventajas anteriormente mencionadas. En particular, se desea poner a punto un procedimiento simple, que consuma relativamente poca energía, que no necesite de tratamiento pesado de los gases emitidos, y que permita obtener un buen rendimiento en metales reciclados.
- 20 **Resumen de la invención**
- La invención se refiere en primer lugar a un procedimiento de tratamiento de materiales que contienen una mezcla de materiales plásticos y de materiales metálicos según la reivindicación 1.
- 25 Según un modo de realización, los desechos electrónicos son unas tarjetas electrónicas usadas.
- Según un modo de realización, la trituración se efectúa hasta un paso por tamiz de Dmax inferior o igual a 50 mm, preferentemente comprendido entre 20 y 30 mm.
- 30 Según un modo de realización, el procedimiento comprende igualmente una etapa de combustión de los gases procedentes de la pirólisis, eventualmente seguida por una etapa de neutralización de los gases con bicarbonato de sodio.
- 35 Según un modo de realización, la fracción metálica ferrosa comprende hierro y/o derivados de hierro, y eventualmente oro.
- Según un modo de realización, la fracción metálica no ferrosa comprende cinc.
- 40 Según un modo de realización, los residuos no magnéticos comprenden cobre, plomo, estaño, fibras de vidrio, de carbono y/o de los metales preciosos, principalmente el oro, la plata, el platino, el paladio, el rodio, el rutenio, el iridio y/o el osmio.
- 45 Según un modo de realización, la fracción metálica ferrosa se combina con los residuos no magnéticos después de la segunda separación magnética.
- 50 Según un modo de realización el procedimiento comprende una etapa posterior de tratamiento de los residuos no magnéticos que permite recuperar el cobre contenido en los residuos no magnéticos y/o recuperar unos metales preciosos contenidos en los residuos no magnéticos, en particular elegidos entre el oro, la plata, el plomo, el estaño, el platino, el paladio, el rodio, el rutenio, el iridio y/o el osmio.
- 55 La invención tiene igualmente por objeto una instalación de tratamiento de materiales que contienen una mezcla de materiales plásticos y de materiales metálicos, según la reivindicación 10.
- Según un modo de realización, los medios de trituración están adaptados para efectuar una trituración hasta un paso de tamiz Dmax inferior o igual a 50 mm, preferentemente comprendido entre 20 y 30 mm.
- 60 Según un modo de realización, la instalación comprende igualmente un conducto de recogida de los gases de pirólisis que alimentan una cámara de combustión, y eventualmente, a la salida de la cámara de combustión, una cámara de contacto alimentada con un aporte de carbón activo y un aporte de bicarbonato de sodio.
- 65 La presente invención permite superar los inconvenientes del estado de la técnica. Proporciona más particularmente un procedimiento simple y económico en energía, que permite obtener un buen rendimiento en metales reciclados.
- Esto se consigue gracias a la constatación sorprendente de que la pirólisis directa de los materiales previamente triturados de manera solamente gruesa (siendo inútil una trituración fina) permite obtener directamente una mezcla

de los diferentes constituyentes bajo forma individualizada: principalmente los residuos con carbono por una parte y los diferentes metales por otra parte.

5 Según ciertos modos de realización particulares, la invención presenta igualmente una o varias de las características ventajosas enumeradas a continuación.

- 10 - El procedimiento según la invención permite eliminar las resinas epoxi y los plásticos constituyentes de las tarjetas electrónicas así como el cloro y una gran parte del bromo mientras se evita una pérdida de metales por oxidación o destilación teniendo en cuenta la baja temperatura y las condiciones no oxidantes de la operación. El material se concentra así en metales.
- 15 - El procedimiento según la invención permite durante la refrigeración de los gases de combustión de los gases producidos durante la pirólisis recuperar en buenas condiciones la energía contenida en estos gases.
- Los materiales así pirolizados pueden tratarse ventajosamente en unas herramientas clásicas de la metalurgia del cobre liberándose de ciertos límites tecnológicos de estas herramientas y más precisamente del contenido en materiales volátiles (cadenas de carbono) y halógenos.
- En el caso del tratamiento de tarjetas electrónicas, la descomposición de las resinas epoxi durante la pirólisis tiene como efecto liberar todos los componentes unidos al soporte: el cobre, los componentes electrónicos, los componentes metálicos, etc. Esta separación del soporte permite la utilización eficaz de la clasificación magnética (más eficaz que la separación que se realiza mediante una trituración muy fina).
- 20 - El procedimiento según la invención permite maximizar el rendimiento en la recuperación de los metales, es decir minimizar las pérdidas de metales en el transcurso del proceso.
- El procedimiento según la invención permite separar el aluminio de los otros metales en el transcurso del proceso, de manera que se facilite el tratamiento posterior de los metales recuperados. En el caso de los procedimientos piro-metalúrgicos, el aluminio presenta en efecto un comportamiento nefasto en la fluidez de las escorias. En el caso de los procedimientos hidro-metalúrgicos, el aluminio debido a su reactividad química implica un consumo extra de reactivos químicos.
- 25 - El tratamiento de los gases procedentes de la pirólisis (comprendiendo una postcombustión) permite convertir al procedimiento en apropiado sin necesitar una manipulación pesada de halógenos, de compuestos de azufre o de emisiones de metales pesados.

30 Breve descripción de las figuras

La figura 1 representa de manera esquemática un ejemplo de instalación de tratamiento de desechos electrónicos según la invención.

35 Descripción de modos de realización de la invención

La invención se describe ahora más en detalle y de manera no limitativa en la descripción que sigue.

40 Instalación de tratamiento de desechos electrónicos

Haciendo referencia a la figura 1, una instalación de tratamiento de desechos electrónicos según la invención comprende de manera esquemática los elementos que siguen.

45 En la entrada de la instalación de tratamiento se prevé una línea de conducción de desechos electrónicos a granel 1. Esta línea de conducción de desechos electrónicos 1 alimenta unos medios de trituración y de muestreo 2. Los medios de trituración y de muestreo pueden comprender principalmente un triturador principal que permite reducir el tamaño de los desechos a menos de 50 mm, un preparador de muestras primario que permite extraer una muestra primaria representativa del flujo total (por ejemplo el 10 % del flujo total), un segundo triturador que permite triturar la muestra primaria a un tamaño de 10 mm, un preparador de muestras secundario representativo de la muestra primaria (por ejemplo 10 % del flujo de la muestra primaria), eventualmente un tercer triturador y un preparador de muestras terciario.

50 Un ejemplo preferido de triturador principal es un triturador de cuchillas equipado con una rejilla de 25 mm. Este tipo de triturador tiene la ventaja de limitar la producción de partículas.

55 A la salida de los medios de trituración y de muestreo 2, una línea de conducción de desechos triturados 3 alimenta con desechos triturados una instalación de pirólisis 4. Puede preverse un silo tampón (no representado) entre los medios de trituración y de muestreo 2 y la instalación de pirólisis 4. La instalación de pirólisis 4 puede ser principalmente del tipo de horno de tornillo, horno de reverbero, horno giratorio, horno del lecho fluidificado, horno en etapas, etc.

60 Preferentemente, la instalación de pirólisis 4 es un horno de etapas, por ejemplo de aproximadamente 100 m², calentado directamente con gas. La potencia de la instalación puede ser típicamente de aproximadamente 1000 kW.

65

A la salida de la instalación de pirólisis 4 se prevé una línea de conducción de residuos pirolizados 5 y un conducto de recogida de los gases de pirólisis 15.

5 La línea de conducción de residuos pirolizados 5 alimenta unos medios de refrigeración 6. Los medios de refrigeración 6 pueden comprender principalmente un intercambiador de calor. Puede ser apropiado un tornillo encamisado de aproximadamente 50 m² de superficie y refrigerado por agua.

10 A la salida de los medios de refrigeración 6, una línea de conducción de residuos refrigerados 7 alimenta un separador magnético primario 8. El separador magnético primario 8 puede ser un simple electroimán dispuesto por encima de una cinta transportadora.

Una línea de recuperación de la fracción metálica ferrosa 9 y una línea recuperación de residuos no ferrosos 10 se conectan a la salida del separador magnético primario 8.

15 La línea de recuperación de residuos no ferrosos 10 alimenta a su vez un separador magnético secundario 11, aparato especialmente concebido para esta función. El separador magnético secundario 11 puede utilizar por ejemplo corrientes de Foucault.

20 Se conectan una línea de recuperación de la fracción metálica no ferrosa 12 y una línea de recuperación de residuos no magnéticos 13 a la salida del separador magnético secundario 11. La línea de recuperación de residuos no magnéticos 13 alimenta a su vez unos medios de acondicionamiento 14.

25 Según un modo de realización particular, el conducto de recogida de los gases de pirólisis 15 alimenta la cámara de combustión 17, que está igualmente alimentada mediante un conducto de llegada de aire 16. La cámara de combustión 17 puede ser del tipo cámara cilíndrica metálica protegida mediante una o varias capas de ladrillo.

30 A la salida de la cámara de combustión 17, un conducto de recogida de los productos de combustión 18 alimenta unos medios de refrigeración 19. Los medios de refrigeración 19 pueden consistir por ejemplo en una torre de refrigeración 19, alimentada mediante una inyección de agua pulverizada 20, o un intercambiador refrigerador de humos (aire-humos o agua-humos).

35 Un conducto de recogida de los productos de combustión refrigerados 26 se conecta a la salida de los medios de refrigeración 19 y alimenta una cámara de contacto 29. Se prevén igualmente un aporte de carbón activo 27 y un aporte de bicarbonato de sodio 28 a la entrada de la cámara de contacto 29. La cámara de contacto 29 puede ser de tipo cilíndrico teniendo un volumen suficiente que permite tener un tiempo de estancia de los productos de combustión de aproximadamente dos segundos.

40 A la salida de la cámara de contacto 29, un conducto de recogida de los productos tratados 30 alimenta un filtro 31 a la salida del que se prevén una línea de recuperación de los gases depurados 33 y una línea de recuperación de halógenos 32. El filtro 31 puede ser del tipo filtro de manga o electro-filtro.

45 Según una posibilidad opcional, se puede prever un sistema de refrigeración preliminar aguas arriba de los medios de refrigeración 19. Este sistema de refrigeración preliminar comprende un conducto de extracción 21 a la salida de la cámara de combustión 17, que alimenta un intercambiador 24, posteriormente se une al conducto de recogida de los productos de combustión 18. El intercambiador 24 está alimentado igualmente por una conducción de fluido caloportador 23. La salida 25 del fluido caloportador asegura la recuperación de la energía.

Procedimiento de tratamiento de desechos electrónicos

50 Se describe a continuación un ejemplo de procedimiento de tratamiento de desechos electrónicos que permite un reciclado de los metales que contienen.

55 Por "desechos electrónicos" se entienden los materiales usados que comprenden unos componentes electrónicos. Los desechos electrónicos pueden comprender componentes electrónicos individuales, teléfonos portátiles y todos los otros aparatos de pequeño tamaño que contienen tarjetas electrónicas. De manera preferida, los desechos electrónicos comprenden o consisten en tarjetas electrónicas, es decir unas placas constituidas por circuitos impresos sobre los que se sueldan unos componentes electrónicos. Lo que sigue del procedimiento se describe por tanto con relación al reciclado de las tarjetas electrónicas.

60 El procedimiento puede ser sin embargo igualmente de aplicación en el caso de otros tipos de materiales de partida, a saber de manera general materiales (preferentemente materiales usados o desechos) que comprenden una fracción metálica (principalmente una fracción metálica que contenga metales preciosos) y una fracción plástica. La fracción plástica puede comprender principalmente resinas epoxi, polietileno, o policloruro de vinilo. Y la fracción metálica puede comprender principalmente metales ferrosos, cobre, plomo, aluminio, cinc, metales preciosos (oro, plata, platino, paladio, rodio, rutenio, iridio, osmio). Por ejemplo, el procedimiento puede aplicarse a residuos de trituración de automóviles.

El procedimiento descrito en este caso comprende las 5 etapas principales siguientes:

- (1) trituración;
- (2) pirólisis;
- (3) refrigeración;
- (4) clasificaciones magnéticas; y
- (5) tratamiento de los gases.

Este ejemplo corresponde a la utilización de la instalación de tratamiento descrita anteriormente con relación a la figura 1.

La capacidad de tratamiento es del orden de 3 toneladas por hora.

En la etapa (1), se trituran las tarjetas electrónicas en unos medios de trituración 2. La trituración se efectúa preferentemente hasta un tamaño D_{max} de 25 mm (siendo definido D_{max} como el paso del tamiz). Las tarjetas trituradas se almacenan a continuación en un silo tampón.

El silo tampón alimenta a aproximadamente 3 toneladas por hora la instalación de pirólisis 4, en la que se procede a la hidrólisis de la etapa (2). Para esta etapa (2), se calientan las tarjetas trituradas en el horno hasta una temperatura comprendida entre 300 y 450 °C, preferentemente aproximadamente 400 °C, en un reactor adaptado, y esto esencialmente en ausencia de oxígeno (en medio reductor o neutro). Más precisamente, los quemadores se regulan con un defecto de aire y el factor de aire (relación entre el aire de combustión y el aire teórico de combustión neutra) está comprendido entre 0,7 y 0,9. Se ajusta la duración de la pirólisis con el fin de obtener una descomposición completa de las cadenas de carbono que componen la fracción plástica (principalmente las cadenas de las resinas epoxi). Por ejemplo, la duración puede estar comprendida entre 10 y 30 minutos. Un aporte de vapor de aproximadamente 1 tonelada/hora a la altura de las etapas del horno permite controlar la temperatura de estos.

En el transcurso de la etapa (3), los residuos pirolizados pasan por los medios de refrigeración 6. Esta etapa permite reducir la temperatura de los residuos pirolizados hasta una temperatura comprendida entre 60 y 100 °C.

Posteriormente, la etapa (4) comprende la separación propiamente dicha de los metales. Esta etapa permite enriquecer el residuo sólido en metales preciosos y disminuir la concentración de los elementos nocivos en el tratamiento posterior del residuo pirolizado (principalmente el aluminio).

En un primer tiempo, los residuos refrigerados pasan por el separador magnético primario 8, típicamente un simple electroimán dispuesto por encima de una cinta transportadora. De ese modo, se extrae la fracción metálica ferrosa de los residuos. Esta fracción metálica ferrosa comprende principalmente hierro y derivados del hierro, pero eventualmente, según el origen de las tarjetas electrónicas, la fracción metálica ferrosa puede comprender también (estar mezclada en) oro. Este es el caso principalmente cuando las tarjetas electrónicas están chapadas con oro. Preferentemente, la fracción metálica ferrosa no comprende más del 1 % de aluminio.

En un segundo tiempo, los residuos separados de la fracción metálica ferrosa sufren una extracción magnética de los no ferrosos a la altura del separador magnético secundario 11, típicamente utilizando unas corrientes de Foucault. De ese modo, se extrae una fracción metálica no ferrosa, que comprende principalmente aluminio y cinc. El aluminio así recuperado puede venderse para ser reciclado. Por otro lado, el resto de los residuos (residuos no magnéticos) se recupera a través de la línea de recuperación de los residuos no magnéticos 13. Preferentemente, los residuos no magnéticos no comprenden más del 2 % de aluminio.

Con el fin de poder efectuar la extracción magnética de los no ferrosos mediante corrientes de Foucault, es importante que la fracción magnética no ferrosa (y principalmente el aluminio) esté bajo una forma esencialmente no oxidada. En consecuencia, el procedimiento se implementa de tal manera que los metales que componen la fracción metálica no ferrosa, y en primer lugar el aluminio, no estén oxidados antes de la etapa de extracción magnética de los no ferrosos. Típicamente, en caso de calentamiento por llama directa, la regulación de la llama se efectúa con un déficit de oxígeno (por ejemplo 90 % de la estequiometría); en caso de calentamiento indirecto, la atmósfera debe ser reductora. Por otro lado, se prefiere trabajar por debajo del punto de fusión del aluminio, con el fin de evitar que las trazas de oxígeno no oxiden el metal fundido (más fácil de oxidar que el metal sólido).

Según el contenido en metales preciosos de la fracción metálica ferrosa, es posible o bien reciclar separadamente la fracción metálica ferrosa o bien mezclarla de nuevo con la fracción de los residuos magnéticos después de la segunda separación magnética (a la altura de la línea de recuperación de los residuos magnéticos 13).

El reciclado de la fracción metálica ferrosa puede comprender una recuperación de los metales preciosos que contiene por ejemplo según los procedimientos siguientes: reciclado de la parte magnética rica en metales preciosos a la entrada de los hornos de cobre, y tratamiento de los lodos anódicos procedentes del electro-refinado de los ánodos de cobre deslizados a la salida del horno; lavado en plomo de la parte magnética para solubilidad en el plomo de los metales preciosos, y tratamiento del plomo por cualquier método convencional para recuperar estos

metales preciosos (tales como cincado, destilación y copelación, o tratamiento sobre un electro-refinado de tipo Betts).

5 Los residuos no magnéticos comprenden principalmente carbono, fibras de vidrio, cobre, plomo, estaño y generalmente metales preciosos. Los metales preciosos en cuestión pueden comprender oro, plata, platino, paladio, rodio, rutenio, iridio y/u osmio. Estos residuos no magnéticos se acondicionan a continuación en grandes bolsas o a granel para tratarse o bien mediante hidrometalurgia o bien mediante pirometalurgia.

10 La hidrometalurgia puede comprender una etapa de ataque por ácido sulfúrico en medio oxidante, seguida por una electrodeposición que permite recuperar el cobre, siendo reducidos los residuos del ataque en un horno giratorio que contiene plomo con el fin de solubilizar los metales preciosos, el estaño y el plomo. El plomo y el estaño pueden refinarse mediante una electrólisis de tipo Betts, conteniendo los lodos esencialmente los metales preciosos.

15 En el marco de la pirometalurgia, los residuos se reciclan a la entrada de los hornos de cobre, y posteriormente se tratan los lodos anódicos procedentes del electro-refinado de los ánodos de cobre deslizados a la salida del horno.

En cuanto a la etapa (5), se efectúa simultáneamente con la etapa (2), puesto que se refiere al tratamiento de los gases procedentes de la pirólisis.

20 Los gases procedentes de la pirólisis contienen productos de combustión de los quemadores, vapor de agua así como gases procedentes de la descomposición de las resinas epoxi y otras materias de cadenas de carbono.

25 Estos gases se queman en una cámara de combustión 17 a una temperatura suficiente para permitir la destrucción de las dioxinas. Puede ser apropiada una temperatura comprendida entre aproximadamente 850 y aproximadamente 1100 °C. Se producen también ácido clorhídrico y ácido bromídrico.

30 Después de la refrigeración de los gases a una temperatura comprendida entre aproximadamente entre 180 y aproximadamente 200 °C (a la altura de los medios de refrigeración 19), se procede a una inyección de carbono activo (por ejemplo aproximadamente 50 mg/m³) y bicarbonato de sodio (por ejemplo aproximadamente 20 kg/h) con el fin de fijar el resto de las dioxinas, y hacer reaccionar el HCl y el HBr con el bicarbonato de sodio para formar bromuro y cloruro de sodio. Las reacciones tienen lugar en la cámara de contacto 29, con un tiempo de contacto de aproximadamente 2 segundos.

35 Después del filtrado, se recupera esencialmente una mezcla de bromuro de sodio y de cloruro de sodio; esta mezcla puede reciclarse para recuperación del cromo.

Se puede prever igualmente la recuperación de la energía de los productos de combustión (intercambiar calor a la altura del intercambiador 24), pudiendo reciclarse esta energía en otras etapas del procedimiento.

40 Es necesario observar que la etapa (5) puede sustituirse ventajosamente por una etapa de condensación de la fase gaseosa para el reciclado de los productos de la descomposición de las cadenas de carbono (fenol, bisfenol, bromofenol, y otros componentes).

45 Ejemplo

El presente ejemplo ilustra la invención sin limitarla.

50 Se implementa el procedimiento descrito anteriormente para tratar unas tarjetas electrónicas usadas. Se reintroduce la fracción metálica ferrosa después de la segunda separación magnética. La tabla a continuación da una estimación de la evolución de la composición química de los productos en el transcurso de las diferentes etapas del procedimiento.

	Desechos brutos	Después de la pirólisis	Después de la doble separación magnética
Cu (%)	17	23	24,5
Al (%)	6,5	8,8	2,8
Fe (%)	5	6,7	7,14
Metales preciosos (g/t)	1000	1350	1440
Cadenas de carbono (%)	34	0	0
Carbono (%)	0	11,1	11,8
Cl (%)	0,4	0,0	0,0
Br (%)	0,6	0,3	0,0
SiO ₂ (%)	22	29,7	31,6

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de tratamiento de materiales que contienen una mezcla de materiales plásticos y de materiales metálicos que comprenden metales preciosos y aluminio, siendo dichos materiales unos desechos electrónicos, comprendiendo dicho procedimiento:
- la trituración (2) de los materiales a tratar;
 - la pirólisis (4) de los materiales triturados a una temperatura comprendida entre 300 y 450 °C durante una duración comprendida entre 10 y 30 minutos con un factor de aire, es decir una relación entre el aire de combustión y el aire teórico de combustión neutro comprendida entre 0,7 y 0,9;
 - una primera separación magnética (8) efectuada por medio de un imán o de un electroimán sobre los materiales pirolizados, proporcionando por una parte una fracción metálica ferrosa y por otra parte unos residuos no ferrosos;
 - una segunda separación magnética (11) efectuada por medio de un separador de corrientes de Foucault sobre los residuos no ferrosos, proporcionado por una parte una fracción metálica no ferrosa que comprende aluminio y por otra parte unos residuos no magnéticos que comprenden unos metales preciosos.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los desechos electrónicos son unas tarjetas electrónicas usadas.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la trituración se efectúa hasta un paso por tamiz de Dmax inferior o igual a 50 mm, preferentemente comprendido entre 20 y 30 mm.
- 30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende igualmente una etapa de combustión de los gases (17) procedentes de la pirólisis, eventualmente seguida por una etapa de neutralización (29) de los gases con bicarbonato de sodio.
- 35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los metales preciosos comprenden el oro, la plata, el platino, el paladio, el rodio, el rutenio, el iridio y/o el osmio.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que:
- la fracción metálica ferrosa comprende hierro y/o derivados de hierro, y eventualmente oro; y/o
 - la fracción metálica no ferrosa comprende cinc.
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los residuos no magnéticos comprenden cobre, plomo, estaño, fibras de vidrio, de carbono.
- 50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la fracción metálica ferrosa se combina con los residuos no magnéticos después de la segunda separación magnética.
- 55 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende una etapa posterior de tratamiento de los residuos no magnéticos que permite recuperar el cobre contenido en los residuos no magnéticos y/o recuperar unos metales preciosos contenidos en los residuos no magnéticos, en particular elegidos entre el oro, la plata, el plomo, el estaño, el platino, el paladio, el rodio, el rutenio, el iridio y/o el osmio.
- 60 10. Instalación de tratamiento de materiales que contienen una mezcla de materiales plásticos y de materiales metálicos que comprenden unos metales preciosos y aluminio, siendo dichos materiales unos desechos electrónicos, comprendiendo dicha instalación sucesivamente en línea:
- unos medios de trituración (2);
 - una instalación de pirólisis (4) adaptada para efectuar una pirólisis a una temperatura comprendida entre 300 y 450 °C con un factor de aire, es decir una relación entre el aire de combustión y el aire teórico de combustión neutra, comprendida entre 0,7 y 0,9;
 - un separador magnético primario (8) que comprende un imán o electroimán dispuesto por encima de una cinta de transporte; y
 - un separador magnético secundario (11) que comprende un separador de corrientes de Foucault.
- 65 11. Instalación según la reivindicación 10, en la que los medios de trituración están adaptados para efectuar una trituración hasta un paso de tamiz Dmax inferior o igual a 50 mm, preferentemente comprendido entre 20 y 30 mm.
12. Instalación según una de las reivindicaciones 10 a 11, que comprende igualmente un conducto de recogida de los gases de pirólisis (15) que alimenta una cámara de combustión (17), y eventualmente, a la salida de la cámara de combustión (17), una cámara de contacto (29) alimentada por un aporte de carbono activo (27) y un aporte bicarbonato de sodio (28).

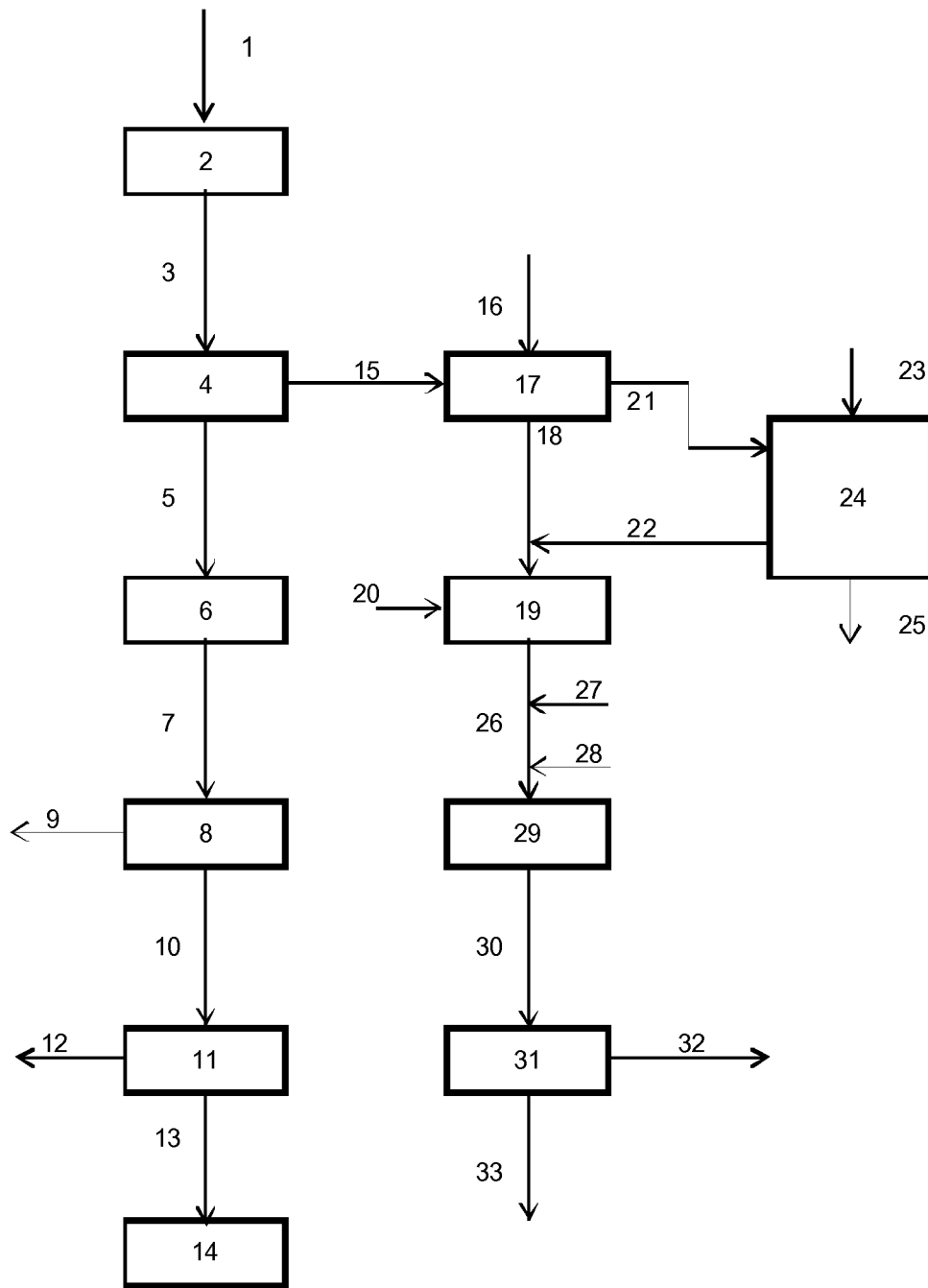


Figura 1