

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 728**

51 Int. Cl.:

**C22B 7/00** (2006.01)

**C22B 21/00** (2006.01)

**B02C 23/08** (2006.01)

**B07B 9/02** (2006.01)

**B07C 5/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2012 E 12187683 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2716774**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento mecánico de chatarra de aluminio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.05.2015**

73 Titular/es:

**WMR RECYCLING GMBH (100.0%)**  
**Edisonstrasse 5**  
**41542 Dormagen, DE**

72 Inventor/es:

**KURTH, GREGOR y**  
**KURTH, BORIS**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

**ES 2 535 728 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 para el tratamiento mecánico de chatarra de aluminio.

- 5 La invención hace referencia a un procedimiento para el tratamiento mecánico de chatarra de aluminio. A su vez, la invención hace referencia a un dispositivo para el tratamiento mecánico de chatarra de aluminio.

Por norma general, la chatarra de aluminio que va a parar a empresas de recogida no está clasificada. Está mezclada por materiales parásitos y extraños y, en consecuencia no es posible reutilizarla sin un previo tratamiento.

10

Del nivel actual de la tecnología se conocen diferentes procedimientos para la separación y el tratamiento mecánicos de metales no ferrosos en general y de chatarra de aluminio en particular. Por ejemplo, el documento DE 100 02 368 C2 revela un procedimiento para la separación de fracciones contenidas de metales no ferrosos en los correspondientes metales no ferrosos, caracterizándose este procedimiento por el hecho de que la fracción que no contiene metales ferrosos se trata con al menos una disolución de uno o varios reactivos inorgánicos y/u orgánicos, lo cual provoca una coloración superficial específica de los metales no ferrosos. Las superficies así coloradas se detectan mediante un sistema de cámara CDD y se separan mediante clasificación cromática.

15

- A partir del documento DE 20 2009 006 383 U1 se conoce un dispositivo para la separación de chatarra de aluminio que posee un dispositivo para la trituración de la chatarra de aluminio así como un mecanismo para el deslizado mecánico de la chatarra de aluminio triturada. A su vez, este dispositivo cuenta con un dispositivo para determinar mediante espectroscopía de fluorescencia de rayos X el porcentaje de cómo mínimo un elemento químico en la chatarra de aluminio triturada. Mediante este dispositivo se puede realizar una determinación de las aleaciones de aluminio contenidas en la chatarra de aluminio, lo cual permite posteriormente realizar una correcta clasificación. Un dispositivo similar se conoce a partir del documento US 4.317.521, que revela un dispositivo para la clasificación de chatarra metálica que posee un dispositivo para la espectroscopía de fluorescencia de rayos X.

20

- Los dispositivos según los documentos US 4.317.521 y DE 20 2009 006 383 U1 están concebidos para el uso de la espectroscopía de fluorescencia de rayos X. Asimismo, la espectroscopía de fluorescencia de rayos X se basa en que un cuerpo expuesto a rayos X emite una radiación de reflexión característica cuyo análisis permite deducir la composición química del cuerpo expuesto a los rayos. No obstante, el uso de dichos dispositivos no se ha impuesto en la práctica cotidiana, ya que la cuota de errores es desfavorablemente demasiado alta y/o la velocidad de la ejecución del proceso no es satisfactoria.

30

- Del nivel actual de la tecnología se conocen también numerosos procedimientos químicos que prevén la fusión de la chatarra de aluminio y una separación en diferentes componentes de materiales mediante la fase líquida de fusión.

35

La ventaja del procedimiento químico es la pureza del aluminio así obtenido. No obstante, el consumo de energía es considerable y supera varias veces el consumo de energía de un procedimiento de tratamiento mecánico.

40

Por otro lado, con los procedimientos mecánicos ya conocidos del nivel actual de la tecnología no pueden lograrse los grados de pureza que permiten lograr los procedimientos químicos ya conocidos. Por tanto, en función de su uso posterior, la chatarra de aluminio tratada de forma mecánica necesita la agregación de aluminio puro para así poder lograr en la mezcla global el grado de pureza exigido. La eventual agregación requerida de aluminio puro también se considera desventajosa, ya que para la obtención de aluminio puro también son necesarias unas cantidades de energía considerables.

45

Partiendo de lo anteriormente descrito, el **objetivo** de la invención es ofrecer un procedimiento para el tratamiento mecánico de chatarra de aluminio que permita elevados grados de pureza con un consumo de energía comparativamente bajo en relación con el aluminio reutilizable.

50

- Para **resolver** este objetivo con la invención se propone un procedimiento para el tratamiento de chatarra de aluminio, en el que en una primera etapa se realiza una trituración de la chatarra de aluminio, en una segunda etapa la chatarra de aluminio se conduce a una instalación de cribado y se divide en una fracción de materiales de grano inferior y en una fracción de materiales de grano superior, en el que en una tercera etapa la fracción de materiales de grano superior se homogeniza, en el que en una cuarta etapa la fracción homogeneizada de materiales de grano superior se somete como material para clasificar en un dispositivo de rayos X a una determinación de densidad mediante transmisión de rayos X, en el que en una quinta etapa se clasifican de forma neumática las partículas de material con una densidad por encima de un valor límite determinable y en el que en una sexta etapa se separan

55

materiales residuales de la fracción residual restante en un separador de materiales no ferrosos.

El procedimiento de acuerdo con la invención incluye diferentes etapas de procedimiento individuales, siendo una etapa esencial del procedimiento la determinación de densidad mediante transmisión de rayos X. De acuerdo con esta etapa de procedimiento se realiza una determinación de densidad de las partículas de las que se compone la chatarra de aluminio pretratada. Esta determinación de densidad se realiza mediante transmisión de rayos X. Como resultado pueden clasificarse partículas de material que presentan una densidad superior a un valor límite libremente determinable. De este modo es posible detectar y clasificar de forma segura partículas de una determinada composición, para lo cual, como criterio de clasificación se emplea la magnitud física de la densidad, que es característica en relación con los posibles componentes y/o composiciones del material.

Asimismo, mediante la determinación de la densidad no solo pueden diferenciarse entre sí distintos componentes del material sino también diferentes aleaciones del material. Esto permite separar el aluminio y otros metales y también la clasificar aleaciones de aluminio no deseadas que influirían de un modo desfavorable en el grado de pureza del producto final posterior. Como resultado, de este modo es posible lograr un grado de pureza en relación con el producto final posterior que hasta ahora no era posible con los procedimientos de tratamiento mecánicos conocidos del nivel actual de la tecnología. Con el proceso de acuerdo con la invención pueden cumplirse análisis exactos dentro de las especificaciones.

A diferencia de los procedimientos y dispositivos ya conocidos que utilizan la espectroscopía de rayos X, en la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención se realiza una determinación de densidad mediante transmisión de rayos X. Como resultado se logra una ejecución más rápida y fiable del procedimiento. Esto no era de esperar, ya que el mundo técnico ha partido hasta ahora de que para lograr un grado de pureza lo más alto posible era necesario determinar de forma exacta elementos químicos individuales y realizar una clasificación sobre esa base. Distanciándose de esta idea preconcebida, la invención propone por primera vez prever una determinación de densidad mediante transmisión de rayos X que es comparativamente fácil de realizar y que, a su vez, ofrece un resultado fiable.

De acuerdo con la transmisión de rayos X está previsto que los rayos X radien el material para clasificar, penetrando en este un sensor sensible a los rayos X, por ejemplo una cámara que determina la intensidad de la radiación. Mediante un ordenador se determina la diferencia entre la radiación entrante y la radiación saliente. La diferencia resultante de la intensidad de radiación se corresponde con la absorción de radiación que provoca el material radiado. Esto permite deducir directamente la composición atómica del material radiado, con lo cual se puede determinar a su vez la densidad. Pueden detectarse y clasificarse de forma sencilla e inequívoca metales ajenos no deseados como, p. ej., cinc, cobre, plomo y acero fino así como aleaciones de aluminio no deseadas como, por ejemplo aleaciones de aluminio-cinc y/o aleaciones de aluminio-cobre.

De forma ventajosa, esto permite proporcionar un producto final con un elevado grado de pureza de aluminio, y ello minimizando al mismo tiempo el consumo de energía, con lo cual el procedimiento en su conjunto es muy respetuoso con el medio ambiente, no solo porque reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y puede disminuir el uso de energía primaria en comparación, sobre todo, con procedimientos de tratamiento químicos.

La transmisión de rayos X prevista según la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención ofrece resultados fiables especialmente si el material para clasificar presenta un tamaño y una distribución de partículas muy homogéneos. De lo contrario, como consecuencia de los diferentes tamaños de partículas pueden surgir desviaciones en la diferencia de la intensidad de radiación. Por tanto, el procedimiento prevé que se realice en un primer momento una trituración, un cribado y una homogeneización de la chatarra de aluminio antes de realizar una determinación de densidad mediante la transmisión de rayos X prevista de acuerdo con la invención.

Según la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención, en una primera etapa del procedimiento se realiza una trituración de la chatarra de aluminio. Esta etapa de procedimiento de trituración puede a su vez realizarse en varias etapas. En este sentido, se prefiere una trituración en dos etapas, en la que en la primera etapa de trituración se emplea una *shredder* (trituradora)/trituradora de rotor. Las partículas que salen de la *shredder*/trituradora de rotor tienen una forma cúbica, a modo de esfera y pueden presentar un tamaño de hasta 200 mm.

En una segunda etapa de trituración, el material de aluminio triturado llega a una retritadora/molino de corte posterior. Aquí se realiza una retritación, teniendo las partículas que pasan por la retritadora/molino de corte una forma plana o de disco y un tamaño de, por ejemplo, hasta 80 mm.

Después de la etapa de trituración se prevé una segunda etapa de procedimiento en el que la chatarra de aluminio triturada pasa por una instalación de cribado. Aquí se realiza una separación en dos granulaciones de material, lo cual da lugar a dos fracciones, es decir una fracción de materiales de grano inferior y una fracción de materiales de grano superior. En función de las cribas empleadas se determina el tamaño de los materiales de grano superior o de los materiales de grano inferior. Por ejemplo, el material de grano superior tiene un tamaño de más de 0,3 mm, más preferible de más de 3 mm, más preferible aún de más de 10 mm. Los granos con un tamaño menor representan el material de grano inferior.

10 El objetivo del tratamiento de material mediante trituración y cribado es lograr una calidad definida del material de aluminio triturado. Para la etapa de procedimiento siguiente de la separación por rayos X es preferible un espectro de granulación comprendido aproximadamente entre 6 mm y 80 mm. Con dicho espectro de granulación se garantiza una comparabilidad para una clasificación por rayos X. Los materiales retriturdados dentro de este espectro de granulación son característicos para espesores de materiales comparables desde 1 mm hasta 10 mm. En función de la detección de partículas de material, los espesores de pared demasiado grandes se separan (sobreclasificación).

El material de grano inferior cribado ya no se utilizar en el proceso posterior del procedimiento y se puede sacar y comercializar. Normalmente, el porcentaje de material de grano inferior se encuentra por debajo del 0,5 % (según la selección de las cribas) del volumen transportado total. Con la salida del material de grano inferior se despolvorean a su vez los procesos de cambio o separación de la instalación al completo y los porcentajes de polvo residual se minimizan.

El material de grano superior que proviene de la instalación de cribado se trata sucesivamente de acuerdo con el desarrollo posterior del procedimiento, realizándose en una tercera etapa del procedimiento una homogeneización. Para los fines de la homogeneización se puede utilizar un canal vibrador que transporta el material de grano superior desde la instalación de cribado al dispositivo de rayos X posterior. El propósito de la homogeneización es también crear una mezcla de material para clasificar lo más homogénea posible de tal modo que en la etapa posterior del procedimiento pueda realizarse una determinación muy fiable de la densidad mediante transmisión de rayos X.

El dispositivo de rayos X posee un sistema de clasificación por rayos X. En función de las diferentes densidades del material, este permite clasificar el número atómico. Mediante la instalación de clasificación por rayos X se clasifican básicamente metales pesados así como aleaciones de aluminio no deseadas. Asimismo, se determina del modo ya descrito la diferencia de la intensidad de radiación entre la radiación entrante y saliente, lo cual permite deducir directamente la composición atómica de la partícula de material radiada.

Dentro del dispositivo de rayos X el material a clasificar se acelera en una cinta transportadora y se analiza al mismo tiempo mediante transmisión de rayos X. Al final de la cinta transportadora hay descarga de material que transporta el material a dos diferentes estaciones de salida. Si hay sobre la cinta transportadora una partícula de material, detectada como tal mediante la transmisión de rayos X, que se encuentra dentro de una zona de detección predeterminada, esta será interceptada por un impulso de aire comprimido desde un dispositivo de tobera previsto para ello y su trayectoria después de salir de la cinta transportadora se modificará de tal modo que llegue a la segunda estación de salida, donde se clasificará. Una partícula de material que se encuentra fuera de la zona de detección permanecerá en su trayectoria gracias a la omisión del impulso de aire comprimido y llegará a la primera estación de salida. De este modo se puede obtener de forma sencilla y fiable una fracción de aluminio y una fracción de materiales parásitos.

La fracción de materiales parásitos puede empaquetarse posteriormente y, dado el caso, conducirse a un centro de tratamiento posterior externo.

El objetivo de la clasificación analítica según el procedimiento de acuerdo con la invención no es el grado de pureza del aluminio en porcentaje. Lo determinante es más bien la asignación a una aleación definida. En este sentido, el procedimiento de acuerdo con la invención también puede designarse como clasificación de aleaciones. Se menciona el siguiente ejemplo:

Como material de partida se utilizan chapas de aluminio pulidas del grupo de aleación 3000 en el procedimiento de acuerdo con la invención, por ejemplo la aleación de aluminio EN AW-3003, que posee 0,05 - 0,20 % de Cu (cobre) como máximo.

Este material de partida no es homogéneo analíticamente, sino que está mezclado con chatarra de chapa del grupo de aleación 2000, por ejemplo aleación de aluminio EN AW-2024, que contiene un porcentaje de cobre de 3,8 - 4,9 %.

- 5 Esta mezcla de chatarra de chapa no se puede utilizar para productos semiterminados, por lo tanto, según el nivel actual de la tecnología, tendría que volver a alearse térmicamente con unos costes considerables. Con la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención ahora es posible detectar y clasificar mecánicamente la aleación de aluminio del grupo de aleación 2000, es decir la aleación de aluminio con elevado contenido de cobre dentro de la mezcla de material. Como resultado se puede lograr así una calidad EN-AW 3003 clasificada que responda a las especificaciones de suministro de los productos semiterminados de tal modo que ya no sea necesaria una nueva aleación térmica.

15 De acuerdo con la invención, la fracción de aluminio que sale del dispositivo de rayos X se conduce en una última etapa del procedimiento a un separador de materiales no ferrosos. En este, el material se acelera a través de una cinta transportadora y los metales no ferrosos son detectados por el campo magnético de un sistema de polos de tambor magnético, con lo cual se modifica la trayectoria de los metales no ferrosos y los materiales detrás de un extremo de separación llegan a las estaciones de salida correspondientes. Los materiales residuales separados como restos de plástico, vidrio, cartón, papel y madera conservan su trayectoria, es decir su parábola, antes del extremo de separación y llegan a otra estación de salida.

20 Como resultado del procedimiento anteriormente explicado se consigue una fracción de aluminio que está tratada únicamente de forma mecánica y debido a la etapa de procedimiento previsto de transmisión de rayos X hay prevista una clasificación por rayos X que permite clasificar metales y aleaciones de aluminio no deseadas, lo cual garantiza de forma ventajosa un elevado grado de pureza en relación con la fracción de aluminio contenida según la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención.

30 Con la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención se pueden detectar y clasificar especialmente metales pesados con alta densidad. Como ejemplos cabe mencionar el cinc, el cobre, el acero fino, el plomo y/o metales similares. Asimismo, la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención permite la clasificación de aleaciones de aluminio, ya que estas debido a su espectro característicos pueden diferenciarse también unas de otras, por ejemplo aleaciones de aluminio-cinc del grupo de aleación 7000, aleaciones de aluminio-cobre del grupo de aleación 2000 y/o similares. Al mismo tiempo, con la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención es posible expulsar diferentes aleaciones de fundición y, por tanto, es posible reducir el porcentaje de silicio, ya que dentro de las aleaciones de fundición de aluminio en un 90 % aproximado de las aleaciones hay contenido cinc o

35 cobre como elementos secundarios dignos de mención. De este modo, también es posible detectar y clasificar aleaciones de fundición mediante la expulsión de aleaciones de cobre y aleaciones de cinc.

Todas las fracciones separadas se utilizan en los ramos industriales correspondientes o retornan al circuito económico. Las fracciones ligeras trituradas y los polvos sirven por ejemplo para la recuperación energética como

40 combustible sustitutivo para la fabricación de cemento. Las aleaciones de aluminio-cromo, las aleaciones de aluminio-cinc así como las aleaciones de aluminio-fundición y las fracciones de cribado de aluminio pueden utilizarse en fusiones secundarias de aluminio o sirven para la fabricación de acero como áridos. Los metales pesados clasificados pueden tratarse también en etapas de clasificación posteriores y retornar al circuito de material.

45 La sostenibilidad del procedimiento de acuerdo con la invención no solo se debe al ahorro de energía y CO<sub>2</sub>, sino también al uso eficiente de los materiales clasificados.

Con la invención también se propone un dispositivo para el tratamiento mecánico de chatarra de aluminio, en particular un dispositivo para realizar el procedimiento anteriormente descrito, con un dispositivo para la trituración

50 de la chatarra de aluminio, una instalación de cribado montada después del dispositivo de trituración, un dispositivo de rayos X para la fracción de materiales de grano superior que sale de la instalación de cribado así como un dispositivo de separación equipado con un dispositivo de tobera neumático, pudiéndose controlar el dispositivo de tobera en función de una diferencia de intensidad de radiación determinada por el dispositivo de rayos X mediante transmisión de rayos X.

55 El dispositivo propuesto con la invención ofrece las ventajas ya explicadas mediante el procedimiento de acuerdo con la invención. Al mismo tiempo, se puede prever de forma opcional instalar antes del dispositivo de rayos X un dispositivo de homogeneización para garantizar que se alimente al dispositivo de rayos X una mezcla de material para clasificar lo más homogénea posible.

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción con referencia a las figuras. En las que:

- 5 La figura 1 muestra el procedimiento de acuerdo con la invención en una representación esquemática, y la figura 2 muestran una clasificación por rayos X de acuerdo con la invención.

En la figura 1 se puede ver en un esquema sinóptico la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención.

- 10 La chatarra de aluminio 1 se alimenta como material de partida en un dispositivo de trituración 2. El dispositivo de trituración 2 está estructurado en varias etapas y posee una shredder/trituradora de rotor 3 y una re trituradora/molino de corte 5. Asimismo, la chatarra de aluminio 1 pasa primero por la shredder/trituradora de rotor 3. El material que sale de la shredder/trituradora de rotor llega a continuación a la re trituradora/molino de corte 5 según lo indicado por la flecha 4. Aquí se realiza una re trituración del material triturado, teniendo el material que sale de la re trituradora/molino de corte 5 de acuerdo con la flecha 6 una forma geométrica de plaquita o plana.

El material que sale de la re trituradora/molino de corte 5 llega a una instalación de cribado. Aquí se realiza una clasificación, dividiéndose el flujo de material en dos flujos parciales de acuerdo con las flechas 8 y 10.

- 20 La trituración previamente descrita puede contener más etapas individuales. Por ejemplo, separador de hierro, separador de metales no ferrosos, dispositivos de despolvoreo y/o dispositivos similares. En principio, esas etapas de tratamiento son conocidos del nivel actual de la tecnología. Finalmente, las medidas individuales utilizadas dependen de la composición del material de partida. Ejemplos de chatarra de aluminio típica son perfiles de aluminio, chapas de aluminio, latas de aluminio y elementos similares.

25

El punto de partida para el procedimiento de acuerdo con la invención es en todo caso una mezcla de material de aluminio pretriturado en la que las partículas individuales tienen un tamaño de hasta 200 mm. A continuación se puede realizar todavía una clasificación a mano y una re trituración con despolvoreo sucesivo antes de que el material sea conducido a la instalación de cribado 7. Lo determinante para el desarrollo posterior del proceso es que el material que proviene de la instalación de cribado tenga una dimensión definida para que luego pueda realizarse un análisis fiable por rayos X.

30

La instalación de cribado 7 saca una fracción de material de grano inferior 9 y una fracción de material de grano superior 11. Según la instalación de cribado 7 se obtienen diferentes tamaños de grano para el material de grano inferior 9 o el material de grano superior 11. En este sentido es preferible si el material de grano superior tiene un tamaño de más de 0,3 mm, más preferible de más de 3 mm, más preferible aún de más de 10 mm. El porcentaje de la fracción de materiales de grano inferior 9 es preferiblemente inferior al 0,5 %, medido en el flujo volumétrico total.

35

Para la ejecución posterior del procedimiento solo se utiliza la fracción de material de grano superior. Esta se conduce como material para clasificar al dispositivo de rayos X como material, el cual realiza una clasificación mediante transmisión de rayos X. De este modo se clasifican metales no deseados y/o aleaciones de aluminio de acuerdo con la flecha 12 que se transportan como fracción de metal 13 de acuerdo con la flecha 14 a un depósito 15.

40

- 45 El dispositivo de rayos X 35 saca también una fracción de aluminio 17 de acuerdo con la flecha 16. Esta se conduce a un separador no de metales 19 de acuerdo con la flecha 18. Aquí se realiza una división de acuerdo con las flechas 20 y 22 en materiales residuales no deseados 21 y en el producto de aluminio 23 que es el resultado de la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención.

- 50 En la figura 2 se puede ver una representación esquemática de la clasificación por rayos X prevista según la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención.

Esta cuenta con un sistema de transporte 24 que tiene una cinta transportadora 26 guiada por dos rodillos de inversión 25 que se mueve en la dirección de transporte 27.

55

En la cinta transportadora 26 se entrega el material para clasificar que contiene partículas de aluminio 28 por un lado y las partículas parásitas 29 por otro lado. En la dirección de transporte 27 el sistema de transporte 24 se conecta con una salida de material. La salida de material contiene dos puntos de salida que están separados entre sí por una chapa de separación.

También hay previsto un dispositivo de rayos X 34. Este tiene una fuente de rayos X y una cámara sensible a los rayos X.

5 El material para clasificar transportado por la cinta transportadora es radiado mediante rayos X en el dispositivo de rayos X. La cámara sensible a los rayos X determina la intensidad de la radiación que penetra en el material para clasificar. Un ordenador 35 que mantiene una conexión técnica de comunicación 36 con el dispositivo de rayos X 34 determina la diferencia entre la radiación X entrante y la radiación X saliente. La diferencia resultante de la intensidad de radiación, es decir la absorción de la radiación X causada por el material para clasificar radiado  
10 permite deducir directamente la composición atómica, es decir la densidad del material para clasificar radiado con rayos X.

Un dispositivo de tobera 33 mantiene una conexión técnica de comunicación 37 con el ordenador. Si mediante la transmisión de rayos X se detecta una partícula de material dentro del producto a clasificar que, debido a su  
15 densidad determinada, se encuentra dentro de una zona predeterminable, su trayectoria es desviada mediante un impulso de aire comprimido del dispositivo de tobera 33, con lo cual se realiza la clasificación.

Como se puede ver en la representación de la figura 2, la trayectoria 31 de las partículas de aluminio no varía, con lo cual estas llegan al dispositivo de transporte 27 de la cinta transportadora 26 delante de la chapa de separación 30  
20 con referencia al nivel del dibujo de la figura 2. La trayectoria 32 de partículas parásitas se ve influida a causa de un impulso de aire comprimido del dispositivo de tobera y se desvía de tal modo que las partículas parásitas 29 lleguen detrás de la chapa de separación 30. Como resultado se puede realizar una separación rápida y fiable de partículas de aluminio y de partículas parásitas.

## 25 Lista de símbolos de referencia

- 1 Chatarra de aluminio
- 2 Dispositivo de trituración
- 3 *Shredder*/trituradora de rotor
- 4 Flecha
- 5 Retrituradora/molino de corte
- 6 Flecha
- 7 Instalación de cribado
- 8 Flecha
- 9 Fracción de material de grano inferior
- 10 Flecha
- 11 Fracción de material de grano superior
- 12 Flecha
- 13 Fracción de metal
- 14 Flecha
- 15 Depósito
- 16 Flecha
- 17 Fracción de aluminio
- 18 Flecha
- 19 Separador de materiales no ferrosos
- 20 Flecha
- 21 Material residual
- 22 Flecha
- 23 Producto de aluminio
- 24 Sistema de transporte
- 25 Rodillo de inversión
- 26 Cinta transportadora
- 27 Dispositivo de transporte
- 28 Partículas de aluminio
- 29 Partículas parásitas
- 30 Chapara de separación
- 31 Trayectoria de partículas de aluminio
- 32 Trayectoria de partículas parásitas
- 33 Dispositivo de tobera

- 34 Dispositivo de rayos X
- 35 Ordenador
- 36 Conexión técnica de comunicación
- 37 Conexión técnica de comunicación

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para el tratamiento mecánico de chatarra de aluminio (1), en el que en una primera etapa se tritura la chatarra de aluminio, en el que en una segunda etapa la chatarra de aluminio triturada (1) se  
5 suministra a una instalación de cribado (7) y se divide en una fracción de materiales de grano inferior (9), por un lado, y en una fracción de materiales de grano superior (11), por otro lado, en el que en una tercera etapa la fracción de materiales de grano superior (11) se homogeniza, en el que en una cuarta etapa la fracción homogeneizada de materiales de grano superior (11) se somete como material para clasificar en un equipo de rayos X (34) a una determinación de densidad mediante transmisión de rayos X, en el que en una quinta etapa se clasifican de forma  
10 neumática las partículas de material del material a clasificar que tienen una densidad por encima de un valor límite determinable, y en el que en una sexta etapa los materiales residuales (21) se separan de la fracción restante en un separador de materiales no ferrosos (19).
2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la etapa de  
15 procedimiento de trituración se realiza en varias etapas, en el que en una última etapa de trituración se forman partículas de material con forma de disco.
3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** las partículas de material con forma de disco se forman con un espesor de pared comprendido dentro de un intervalo predeterminado.  
20
4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, **caracterizado por que** el material de grano superior comprende un tamaño de partícula de >0,3 mm, más preferiblemente de >3 mm y mucho más preferiblemente de >10 mm.
- 25 5. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el material a clasificar se someterá a rayos X en un aparato del rayos X (34) por medio de rayos X, en el que la intensidad de la radiación saliente se detectará por medio de un detector.
6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** se realizará una  
30 comparación de la intensidad entre los rayos X entrantes y los salientes y se determinará la diferencia de la intensidad de radiación.
7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** un dispositivo de tobera neumático (33) se activará dependiendo de la diferencia determinada de la intensidad de la radiación.  
35
8. Un dispositivo para el tratamiento mecánico de chatarra de aluminio (1), que comprende un dispositivo de trituración (2) de la chatarra de aluminio (1), una instalación de cribado (8) instalada corriente abajo del dispositivo de trituración (2), un dispositivo de rayos X (34) para la fracción de material de grano superior que sale de la instalación de cribado (8), así como un dispositivo de separación dotado de un dispositivo de tobera neumático  
40 (33), en el que el dispositivo de tobera (33) puede controlarse dependiendo de la diferencia de la intensidad de radiación determinada por el dispositivo de rayos X (34) por medio de transmisión de rayos X.
9. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** se instala un dispositivo de homogeneización corriente arriba del dispositivo de rayos X (34).  
45

Fig. 1

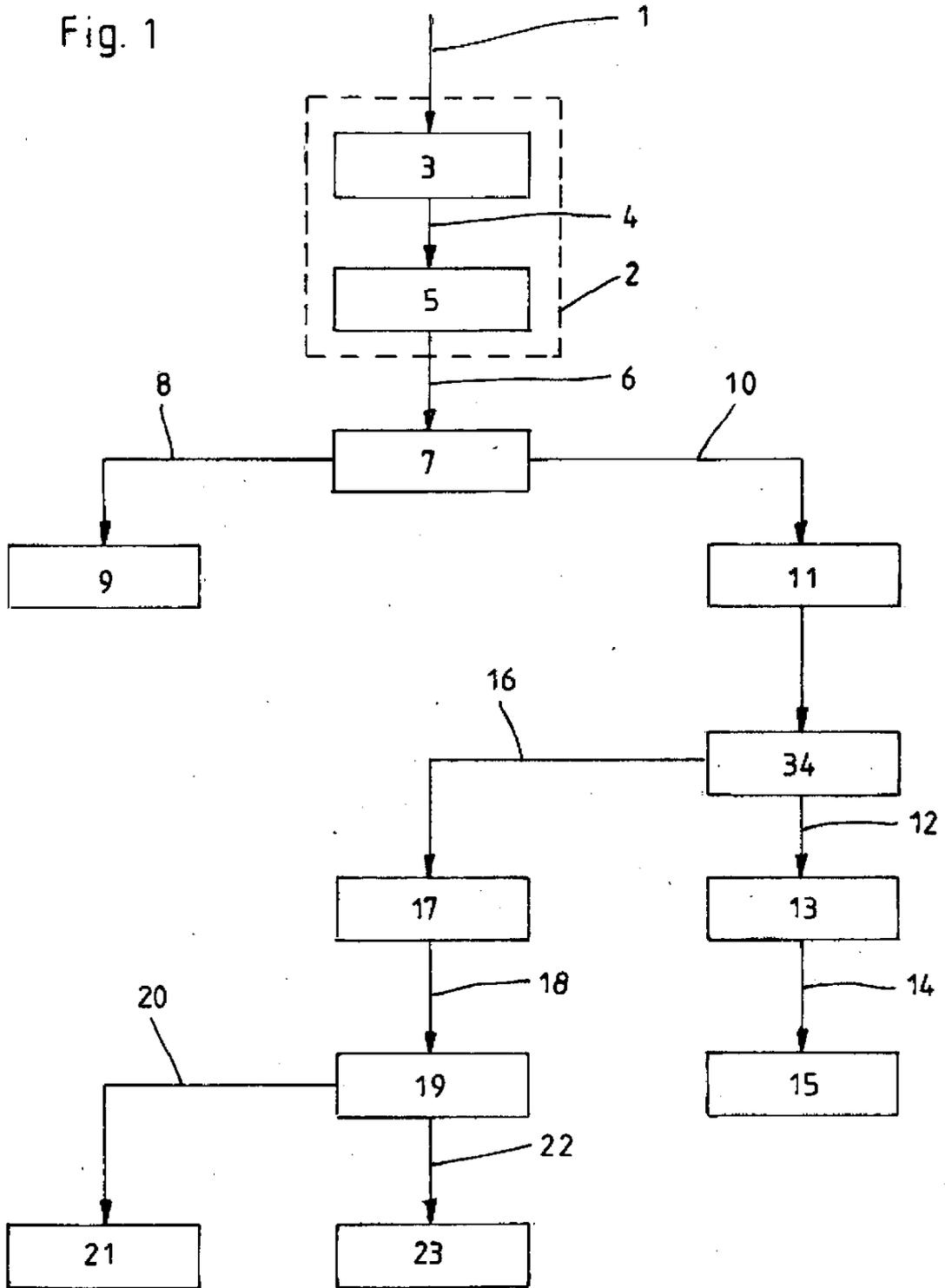


Fig. 2

