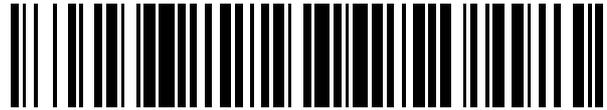


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 904**

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 18152766 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3336208**

54 Título: **Procedimiento para el procesamiento mecánico de desecho de aluminio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.04.2020**

73 Titular/es:

**HYDRO ALUMINIUM RECYCLING DEUTSHLAND  
GMBH (100.0%)  
Edisonstrasse 5  
41542 Dormagen, DE**

72 Inventor/es:

**KURTH, GREGOR y  
KURTH, BORIS**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

ES 2 751 904 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 procesamiento mecánico de desecho de aluminio

5 La invención se refiere a un procedimiento para el procesamiento mecánico de desecho de aluminio. Además, la invención se refiere a un dispositivo para el procesamiento mecánico de desecho de aluminio.

10 Por regla general, el desecho de aluminio resultante de los centros de recogida no está presente de manera clasificada por tipo. Más bien está impregnado de sustancias interferentes e impurezas, por lo que no es posible su reutilización sin un procesamiento previo.

15 Por el estado de la técnica se han dado a conocer distintos procedimientos para la separación mecánica y el procesamiento de metales no ferrosos en general así como de desecho de aluminio en particular. Así, por ejemplo el documento DE 100 02 368 C2 desvela un procedimiento para la separación de fracciones contenidas en metales no ferrosos en los respectivos metales no ferrosos, caracterizándose este procedimiento por que la fracción que contiene no ferrosos se trata con al menos una solución de uno o varios reactivos inorgánicos y/u orgánicos, lo que conduce a una coloración de superficie específica de los metales no ferrosos. Las superficies así coloreadas se reconocen por medio de un sistema de cámara CCD y se separan a través de la clasificación por colores.

20 Por el documento DE 20 2009 006 383 U1 se ha dado a conocer un dispositivo para la separación de desecho de aluminio, que dispone de un equipo para la fragmentación del desecho de aluminio así como de un equipo para el decapado mecánico del desecho de aluminio fragmentado. Además, este dispositivo dispone de un equipo para la determinación espectroscópica por fluorescencia de rayos X de la proporción de al menos un elemento químico en el desecho de aluminio. Por medio de este equipo puede realizarse una determinación de las aleaciones de aluminio contenidas en el desecho de aluminio, lo que permite entonces, además, una clasificación correspondiente. Un equipo similar se ha dado a conocer por el documento US 4.317.521, que desvela un dispositivo para la clasificación de desecho de metal, que dispone de un equipo para la espectroscopia por fluorescencia de rayos X.

25 Otros procedimientos de clasificación por rayos X se conocen por el documento US 6.266.390 B1, el documento US 7.848.484 B2 y el documento US 4.363.722 A.

30 Los dispositivos según el documento US 4.317.521 y el documento DE 20 2009 006 383 U1 tienen en común el uso de la espectroscopia por fluorescencia de rayos X. A este respecto, la espectroscopia por fluorescencia de rayos X se basa en que un cuerpo expuesto a una radiación de rayos X emite una radiación de reflexión característica cuyo análisis permite una conclusión de la composición química del cuerpo irradiado. El uso de tales equipos no ha tenido éxito en la práctica diaria, dado que el índice de error de manera desventajosa es demasiado alto y/o la velocidad de la variación del procedimiento posible no es satisfactoria.

35 Por el estado de la técnica se han dado a conocer también numerosos procedimientos químicos, según los cuales está previsto fundir el desecho de aluminio y realizar una separación en diferentes componentes de material mediante la fase derretida.

40 La ventaja del procedimiento químico es la pureza del aluminio así obtenido. No obstante, el consumo de energía es considerable y es muchas veces superior a la energía necesaria para un procedimiento de procesamiento mecánico.

45 Por otro lado, con los procedimientos mecánicos conocidos anteriormente por el estado de la técnica no pueden lograrse los grados de pureza, tal y como lo permiten los procedimientos químicos conocidos anteriormente. Por tanto, el desecho de aluminio procesado mecánicamente requiere la adición de aluminio puro, dependiendo de su uso posterior, para alcanzar así en la mezcla total el grado de pureza requerido. La adición requerida en ciertas circunstancias de aluminio puro se percibe como una desventaja, entre otras cosas porque para la obtención de aluminio puro también se necesitan cantidades de energía considerables.

50 Partiendo de lo descrito anteriormente, el objetivo de la invención es indicar un procedimiento para el procesamiento mecánico de desecho de aluminio que posibilite, en caso de un consumo energético al mismo tiempo comparativamente bajo, altos grados de pureza por lo que respecta al aluminio que va a reutilizarse.

55 Para solucionar este objetivo se propone con la invención un procedimiento para el procesamiento mecánico de desecho de aluminio, en el que en una primera etapa se lleve a cabo una fragmentación del desecho de aluminio, en el que en una segunda etapa el desecho de aluminio fragmentado se suministre a una instalación de cribado y se divida en una fracción a partir de materiales de grano inferior, por un lado, y una fracción a partir de materiales de grano retenido, por otro lado, en el que en una tercera etapa se homogeneice la fracción a partir de materiales de grano retenido, en el que en una cuarta etapa la fracción homogeneizada a partir de materiales de grano retenido como producto de clasificación se someta en un equipo de rayos X a una determinación de densidad por medio de transmisión de rayos X, en el que en una quinta etapa se clasifiquen neumáticamente partículas de material del producto de clasificación con una densidad que se sitúa por encima de un valor predefinible, teniendo lugar en el equipo de rayos X una radioscopia del producto de clasificación con rayos X, captándose la intensidad de la

radiación de salida por medio de un sensor, llevándose a cabo una comparación de intensidad entre radiación de rayos X entrante y saliente y determinándose la diferencia de la intensidad de radiación.

5 El procedimiento de acuerdo con la invención comprende una pluralidad de etapas de procedimiento individuales, estando proporcionada una etapa de procedimiento esencial mediante una determinación de densidad por medio de transmisión de rayos X. De acuerdo con esta etapa de procedimiento tiene lugar una determinación de densidad de la partícula a partir de la que se compone el desecho de aluminio tratado previamente. Esta determinación de densidad se efectúa por medio de transmisión de rayos X. Como resultado pueden clasificarse así partículas de material, que presentan una densidad que se sitúa por encima de un valor límite libremente predefinible. De esta manera está permitido averiguar y clasificar de manera segura partículas de una determinada composición, usándose como criterio de clasificación la magnitud física de la densidad que es característica con respecto a posibles componentes y/o composiciones de material.

15 A este respecto pueden diferenciarse entre sí por medio de la determinación de densidad no solo diferentes componentes de material, sino también diferentes aleaciones de material. Esto permite tanto la separación de aluminio y otros metales entre sí como la clasificación de aleaciones de aluminio indeseadas que influirían de manera desventajosa en el grado de pureza del producto final posterior. Como resultado puede lograrse así un grado de pureza por lo que respecta al producto final posterior que no era posible con procedimientos de tratamiento mecánicos conocidos hasta ahora por el estado de la técnica. Por tanto, el procedimiento de acuerdo con la invención permite mantener análisis exactos dentro de las especificaciones.

25 A diferencia de procedimientos y equipos conocidos previamente que usan la espectroscopia por fluorescencia de rayos X, se efectúa durante la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención una determinación de la densidad por medio de transmisión de rayos X. Como resultado se consigue así una ejecución del procedimiento más rápida y más fiable. Esto no era de esperar, dado que los expertos en la materia han supuesto hasta ahora que para alcanzar el mayor grado de pureza posible es necesario determinar con precisión los elementos químicos individuales y, en base a ello, una clasificación. En contraste con esta noción, con la invención se propone primero prever una determinación de densidad por medio de transmisión de rayos X, que puede llevarse a cabo de manera comparativamente simple y al mismo tiempo fiable en el resultado.

30 De acuerdo con la transmisión de rayos X está previsto que rayos X radien el producto de clasificación, determinando un sensor sensible a rayos X, por ejemplo una cámara, la intensidad de la radiación que pasa a través del producto de clasificación, es decir, el material. Por medio de un ordenador se determina la diferencia entre la radiación entrante, por un lado, y la radiación saliente, por otro lado. La diferencia, resultante de ello, de la intensidad de radiación se corresponde con la absorción de radiación causada por el material radiado. Esto permite sacar una conclusión directa sobre la composición atómica del material radiado, a partir de la cual puede determinarse a su vez la densidad. De manera sencilla así es posible reconocer y clasificar de manera inequívoca metales extraños indeseados, tales como por ejemplo zinc, cobre, plomo y acero inoxidable así como aleaciones de aluminio indeseadas tales como por ejemplo aleaciones de aluminio-zinc y/o aleaciones de aluminio-cobre.

35 De manera ventajosa así es posible proporcionar un producto final con un elevado grado de pureza de aluminio, y esto con una minimización simultánea del consumo energético, con lo que todo el procedimiento en su conjunto sea muy respetuoso con el medio ambiente, entre otras cosas porque en comparación en particular con procedimientos de tratamiento químico la emisión de CO<sub>2</sub> puede reducirse y el uso de energía primaria puede disminuirse.

45 La transmisión de rayos X prevista según la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención produce en particular entonces resultados fiables cuando el producto de clasificación presenta un tamaño y distribución de partícula lo más uniforme posible. De lo contrario pueden ajustarse ya debido a diferentes tamaños de partícula desviaciones en la diferencia de la intensidad de radiación. Por tanto, está previsto por parte del procedimiento que en primer lugar se lleve a cabo una fragmentación, un cribado así como una homogeneización del desecho de aluminio antes de que tenga lugar una determinación de densidad por medio de la transmisión de rayos X prevista de acuerdo con la invención.

55 Según la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo en una primera etapa de procedimiento una fragmentación del desecho de aluminio. La etapa de procedimiento de la fragmentación puede llevarse a cabo, a este respecto, en varios pasos. Se prefiere, sin embargo, una fragmentación de dos pasos, usándose en el primer paso de fragmentación una trituradora (en inglés schredder y en alemán también denominada Schredder)/molino de rotor. Las partículas que abandonan la trituradora/molino de rotor poseen un diseño cúbico en forma esférica y pueden presentar un tamaño de hasta 200 mm.

60 En un segundo paso de fragmentación, el material de la trituradora de aluminio llega a una fragmentadora secundaria/molino de corte conectado/a aguas abajo. En este caso tiene lugar una fragmentación secundaria, estando configuradas las partículas que abandonan la fragmentadora secundaria/el molino de corte a modo superficial o en forma de disco y presentando un tamaño de por ejemplo hasta 80 mm.

65 A continuación de la etapa de fragmentación está previsto de acuerdo con una segunda etapa de procedimiento que

el desecho de aluminio fragmentado se suministre a una instalación de cribado. En este caso tiene lugar una separación en dos granulaciones de material, dando como resultado dos fracciones, concretamente una fracción a partir de materiales de grano inferior, por un lado, y una fracción a partir de materiales de grano retenido, por otro lado. En función del cribado usado se establece el tamaño de los materiales de grano retenido o de los materiales de grano inferior. Por ejemplo, el material de grano retenido tiene un tamaño de más de 0,3 mm, de manera más preferente de más de 3 mm, de manera aún más preferente de más de 10 mm. Los granos con un tamaño de grano más pequeño representan el material de grano inferior.

El fin de la preparación de material mediante fragmentación y cribado es generar una calidad de material de trituradora de aluminio definida. Para la siguiente etapa de procedimiento de la separación por rayos X se prefiere un espectro de granulado de aproximadamente 6 mm a 80 mm. En un espectro de granulado de este tipo se garantiza una comparabilidad para una clasificación por rayos X. Los materiales fragmentados secundariamente dentro de este espectro de granulado son característicos de grosores de material comparables de 1 mm a 10 mm. Los grosores de pared demasiado gruesos se clasifican en función de la detección del corpúsculo de material (sobrecategorización).

El material de grano inferior cribado ya no se usa en el posterior procedimiento y puede ser llenado y comercializado. Típicamente, la proporción del material de grano inferior se sitúa por debajo del 0,5 % (en función de la selección del cribado) del volumen de transporte total. Mediante la evacuación del material de grano inferior se despolvan adicionalmente los procesos de manipulación o separación de la instalación completa y se reducen las proporciones de polvo residuales a un mínimo.

El material de grano retenido procedente de la instalación de cribado se trata de acuerdo con la variación del procedimiento adicional, efectuándose en una tercera etapa de procedimiento en primer lugar una homogeneización. Con el fin de la homogeneización puede usarse, por ejemplo, una ranura transportadora vibrante que transporte el material de grano retenido de la instalación de cribado al equipo de rayos X conectado aguas abajo. El sentido y fin de la homogeneización es, a este respecto, configurar una mezcla de producto de clasificación lo más homogénea posible, de modo que en la siguiente operación del procedimiento pueda llevarse a cabo una determinación de densidad lo más fiable posible por medio de transmisión de rayos X.

El equipo de rayos X dispone de un sistema de clasificación de rayos X. Este permite clasificar, en función de las diferentes densidades de material, es decir, el número de átomos. Por medio de la instalación de clasificación de rayos X se clasifican esencialmente metales pesados así como aleaciones de aluminio indeseadas. A este respecto se determina de la manera descrita ya anteriormente la diferencia de la intensidad de radiación entre radiación entrante y saliente, lo que permite una conclusión directa sobre la composición atómica del corpúsculo de material radiado.

Dentro del equipo de rayos X se acelera el material de clasificación sobre una cinta transportadora y mientras tanto se analiza por medio de transmisión de rayos X. Al final de la cinta transportadora se encuentra una expulsión de material, que alimenta a dos estaciones de descarga diferentes. Si un corpúsculo de material se encuentra sobre la cinta transportadora, que se reconoce mediante la transmisión de rayos X como tal, que se sitúa dentro de un intervalo de reconocimiento preajustado, se capta mediante un impulso de aire comprimido a partir de un equipo de boquilla previsto para ello y se modifica en su trayectoria tras abandonar la cinta transportadora de tal modo que termina en la segunda estación de emisión, por lo que está clasificado. Un corpúsculo de material que se sitúa por fuera de la zona de reconocimiento permanece inalterado en su trayectoria gracias a la ausencia de impulso de aire comprimido y llega a la primera estación de emisión. De esta manera pueden obtenerse de manera sencilla y fiable una fracción de aluminio, por un lado, y una fracción a partir de materiales interferentes, por otro lado.

La fracción a partir de materiales interferentes puede envasarse además y dado el caso suministrarse a un posterior procesamiento externo.

El fin de la clasificación analítica según el modo de proceder de acuerdo con la invención no es el grado de pureza del aluminio en porcentaje. Más bien, la asociación a una alineación definida es decisiva. En este sentido, el procedimiento de acuerdo con la invención puede denominarse también clasificación de aleación. Se menciona el siguiente ejemplo:

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

Este material de partida, desde el punto de vista analítico, no es homogéneo, sino que está mezclado con desecho de chapa del grupo de aleación de la serie 2000, por ejemplo la aleación de aluminio EN AW-2024, que contiene una proporción de cobre del 3,8 - 4,9 %.

Esta mezcla de desecho y aluminio no puede usarse para centros de productos semiacabados, por lo que según el estado de la técnica tendría que hacerse una aleación secundaria térmicamente con el uso de costes considerables. Con la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención es posible en lo sucesivo detectar mecánicamente la

aleación de aluminio del grupo de aleación de la serie 2000, es decir, la aleación de aluminio con un contenido de cobre elevado dentro de la mezcla de material y clasificarlo. Como resultado puede generarse así una calidad EN-AW 3003 clasificada, que se corresponde con las especificaciones de entrega de las centrales de productos semiacabados, de modo que ya no se requiere más una aleación secundaria térmica.

5 De acuerdo con otra característica de la invención está previsto un procedimiento en el que en una sexta etapa se separan sustancias residuales a partir de la fracción residual que queda en un separador de no ferrosos. La fracción de aluminio que abandona el equipo de rayos X se suministra de acuerdo con la invención en una última etapa de procedimiento a un separador de no ferrosos. En este se acelera el material por una cinta transportadora y los  
10 metales no ferrosos se captan por el campo magnético de un sistema polar de tambor magnético, por lo que se modifica la parábola de trayectoria de los metales no ferrosos y los materiales terminan detrás de un vértice de separación en estaciones de descarga correspondientes. Las sustancias residuales separadas tales como restos de plástico, vidrio, cartón, papel y madera, debido a su trayectoria inalterada, es decir, parábola de trayectoria, delante de la línea de separación y llegan a otra estación de descarga.

15 Como consecuencia del procedimiento explicado anteriormente se da como resultado una fracción de aluminio, que está procesada exclusivamente de manera mecánica, estando prevista debido a la etapa de procedimiento, prevista de acuerdo con la invención, de la transmisión de rayos X una clasificación por rayos X, que de acuerdo con metales y aleaciones de aluminio indeseados pueden clasificarse, lo que garantiza de manera ventajosa un alto grado de pureza por lo que respecta a la fracción de aluminio obtenida según la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención.

25 Con la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención pueden averiguarse y clasificarse en particular metales pesados con mayor densidad. Cabe mencionar en este caso, por ejemplo, zinc, cobre, acero inoxidable, plomo y/o similares. Además, la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención permite una clasificación de aleaciones de aluminio, dado que estas pueden diferenciarse debido a su espectro característico asimismo entre sí, por ejemplo aleaciones de aluminio-zinc del grupo de aleación de la serie 7000, aleaciones de aluminio-cobre del grupo de aleación de la serie 2000 y/o similares. Pueden expulsarse con la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención además diferentes aleaciones de fundición y, por tanto, es posible reducir la proporción de silicio,  
30 dado que dentro de las aleaciones de fundición de aluminio están contenidas aproximadamente el 90 % de las aleaciones de zinc o cobre como elementos secundarios significativos. Por tanto, pueden reconocerse y clasificarse mediante la expulsión de aleaciones de cobre y aleaciones de zinc también aleaciones de fundición.

35 Todas las fracciones separadas se usan en los respectivos sectores industriales o vuelven al ciclo económico. Las fracciones de ligera trituración y polvos sirven por ejemplo para la recuperación energética como combustible sustitutivo para la producción de cemento. Las aleaciones de aluminio-cobre, aleaciones de aluminio-zinc, así como aleaciones de aluminio-fundición y las fracciones de cribado de aluminio pueden usarse en masas fundidas secundarias de aluminio o sirven para la producción de acero como aditivo. Los metales pesados clasificados pueden procesarse asimismo en etapas de clasificación adicionales y devolverse al ciclo de material.

40 La sostenibilidad del procedimiento de acuerdo con la invención resulta no solo del ahorro de energía y de CO<sub>2</sub>, sino también debido a la eficiencia del uso por lo que respecta a los materiales clasificados.

45 Con la invención se propone además un dispositivo para el procesamiento mecánico de desecho de aluminio, en particular un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento descrito antes, con un equipo para la fragmentación del desecho de aluminio, una instalación de cribado conectada aguas abajo del equipo de fragmentación, un equipo de rayos X para la fracción, que abandona la instalación de cribado, a partir de materiales de grano retenido, teniendo lugar en el equipo de rayos X una radioscopia del producto de clasificación con rayos X, captándose la intensidad de la radiación de salida por medio de un sensor, llevándose a cabo una comparación de intensidad entre radiación de  
50 rayos X entrante y saliente y determinándose la diferencia de la intensidad de radiación, así como un equipo de separación equipado con un equipo de boquilla neumático, pudiendo controlarse el equipo de boquilla en función de una diferencia, determinada por el equipo de rayos X por medio de transmisión de rayos X, de la intensidad de radiación.

55 El dispositivo propuesto con la invención da como resultado las ventajas explicadas ya mediante el procedimiento de acuerdo con la invención. A este respecto puede estar previsto opcionalmente conectar aguas arriba del equipo de rayos X un equipo de homogeneización para asegurar que se suministre una mezcla lo más homogénea posible de producto de clasificación al equipo de rayos X.

60 Otras características y ventajas de la invención resultan de la siguiente descripción mediante las figuras. A este respecto muestran:

la Figura 1 el procedimiento de acuerdo con la invención en representación esquemática y  
la Figura 2 una clasificación por rayos X según la invención.

65 La Figura 1 permite reconocer en un diagrama de bloques esquemático la ejecución del procedimiento de acuerdo

con la invención.

5 El desecho de aluminio 1 se suministra como material de partida a un equipo de fragmentación 2. El equipo de fragmentación 2 está construido en varios pasos y dispone de una trituradora/molino de rotor 3, por un lado, y una fragmentadora secundaria/molino de corte 5, por otro lado. A este respecto se suministra el desecho de aluminio 1 en primer lugar a la trituradora/molino de rotor 3. El material que abandona la trituradora/molino de rotor 3 lleva, por tanto, siguiendo a la flecha 4 a la fragmentadora secundaria/molino de corte 5. En este caso tiene lugar una fragmentación secundaria del material triturado, siendo el material que abandona la fragmentadora secundaria/molino de corte 5 de acuerdo con la flecha 6 en su diseño geométrico a modo de plaquita o superficial.

10 El material que abandona la fragmentadora secundaria/molino de corte 5 llega a una instalación de cribado 7. En este caso tiene lugar una clasificación, dividiéndose el flujo de material en dos flujos parciales de acuerdo con las flechas 8 y 10.

15 La fragmentación descrita previamente puede contener otras etapas individuales. Por ejemplo, separadores de hierro, separados de metal no ferroso, equipos de desempolvado y/o similares. Por esta razón se conocen etapas de procesamiento de este tipo por el estado de la técnica. Finalmente, las medidas individuales utilizadas dependen de la composición del material de partida. Son ejemplos de desecho de aluminio típico perfiles de aluminio, chapas de aluminio, latas de aluminio y/o similares.

20 El punto de partida para el procedimiento de acuerdo con la invención es en todo caso una mezcla de material de aluminio pretriturada, presentando las partículas individuales un tamaño de hasta 200 mm. Puede tener lugar, por tanto, aún una clasificación manual y una fragmentación secundaria con un desempolvado asociado antes de que el material se suministre a la instalación de cribado 7. Es decisivo para el desarrollo del proceso posterior que el material que procede de la instalación de cribado presente una magnitud definida, con lo que a continuación pueda tener lugar un análisis de rayos X fiable.

30 La instalación de cribado 7 abandona, por un lado, una fracción a partir de material de grano inferior 9 y, por otro lado, una fracción a partir de material de grano retenido 11. En función de la instalación de cribado 7 se dan como resultado los tamaños de grano para el material de grano inferior 9, por un lado, o el material de grano retenido 11, por otro lado. Sin embargo, es preferente que el material de grano retenido presente un tamaño de más de 0,3 mm, de manera más preferente de más de 3 mm, de manera aún más preferente de más de 10 mm. La proporción de la fracción a partir de materiales de grano inferior 9 se sitúa preferentemente por debajo del 0,5 % medido en la corriente volumétrica total.

35 Para la posterior ejecución del procedimiento se usa solo la fracción a partir de material de grano retenido 11. Este se suministra como producto de clasificación a un equipo de rayos X 34, que lleva a cabo una clasificación por rayos X por medio de transmisión de rayos X. Se clasifican así metales y/o aleaciones de aluminio indeseadas de acuerdo con las flechas 12, que se transportan como fracción de metal 13 de manera correspondiente a la flecha 14 al interior de un recipiente 15.

45 El equipo de rayos X 34 abandona de acuerdo con la flecha 16 también una fracción de aluminio 17. Esta se suministra de manera correspondiente a la flecha 18 a un separador de no metales 19. En este caso se efectúa una división de acuerdo con las flechas 20 y 22 en sustancias residuales indeseadas 21, por un lado, y el producto de aluminio 23, que se encuentra como resultado de la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención.

La Figura 2 permite reconocer en una representación esquemática la clasificación por rayos X prevista según la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención.

50 Esta dispone de una instalación transportadora 24, que presenta una cinta transportadora 26 guiada alrededor de dos rodillos de desvío 25, que transporta en dirección de transporte 27.

55 Sobre la cinta transportadora 26 se entrega producto de clasificación que contiene partícula de aluminio 28, por un lado, así como partículas interferentes 29, por otro lado. En dirección de transporte 27 se conecta a la instalación transportadora 24 una descarga de material. La descarga de material contiene dos puntos de descarga que están separados entre sí por una chapa de separación 30.

60 Por ello, está previsto un equipo de rayos X 34. Este dispone de una fuente de radiación de rayos X, por un lado, y una cámara sensible a rayos X, por otro lado.

65 El producto de clasificación transportado por la cinta de transporte se radia en el equipo de rayos X 34 por rayos X. La cámara sensible a rayos X determina la intensidad de la radiación, que atraviesa el material del producto de clasificación. Un ordenador 35 que está en unión por técnica de comunicación 36 con el equipo de rayos X 34 determina la diferencia entre la radiación de rayos X entrante, por un lado, y la radiación de rayos X saliente, por otro lado. La diferencia resultante de ello de la intensidad de radiación, es decir, la absorción, causada por el producto de clasificación radiado, de la radiación de rayos X permite una conclusión directa sobre la composición atómica, es

decir, la densidad del producto de clasificación irradiado con rayos X.

5 Con el ordenador 35 está además un equipo de boquilla 33 en unión por técnica de comunicación 37. Si mediante la transmisión de rayos X se reconoce un corpúsculo de material dentro del producto de clasificación que se sitúa debido a su densidad determinada dentro de un intervalo predefinible, se desvía mediante un impulso de aire comprimido desde el equipo de boquilla 33 en su parábola de lanzamiento, con lo que se causa la clasificación.

10 Como puede reconocerse a partir de la representación según la Figura 2, la parábola de lanzamiento 31 de partículas de aluminio permanece inalterada, por lo que se sitúa con referencia al plano del dibujo según la Figura 2 en dirección de transporte 27 de la cinta de transporte 26 delante de la chapa de separación 30. La parábola de lanzamiento 32 de partículas interferentes está influida, sin embargo, como consecuencia de un impulso de aire comprimido desde el equipo de boquilla 33 y por tanto desviada de tal modo que las partículas interferentes 29 se sitúan detrás de la chapa de separación 30. Como resultado, puede conseguirse así una separación rápida y fiable en la ejecución de partículas de aluminio, por un lado, y de partículas interferentes, por otro lado.

15

**Lista de referencias**

- 1 desecho de aluminio
- 2 equipo de fragmentación
- 3 trituradora/molino de rotor
- 4 flecha
- 5 fragmentadora secundaria/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 retenido
- 12 flecha
- 13 fracción de metal
- 14 flecha
- 15 recipiente
- 16 flecha
- 17 fracción de aluminio
- 18 flecha
- 19 separador de no ferrosos
- 20 flecha
- 21 sustancia residual
- 22 flecha
- 23 producto de aluminio
- 24 instalación transportadora
- 25 rodillo de desvío
- 26 cinta transportadora
- 27 dirección de transporte
- 28 partícula de aluminio
- 29 partículas interferentes
- 30 chapa de separación
- 31 parábola de lanzamiento de partículas de aluminio
- 32 parábola de lanzamiento de partículas interferentes
- 33 equipo de boquilla
- 34 equipo de rayos X
- 35 ordenador
- 36 unión por técnica de comunicación
- 37 unión por técnica de comunicación

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el procesamiento mecánico de desecho de aluminio (1), en el que en una primera etapa se lleva a cabo una fragmentación de dos pasos del desecho de aluminio (1), en el que en una segunda etapa el desecho de aluminio (1) fragmentado se suministra a una instalación de cribado (7) y se divide en una fracción a partir de materiales de grano inferior (9), por un lado, y una fracción a partir de materiales de grano retenido (11), por otro lado, en el que en una tercera etapa se homogeneiza la fracción a partir de materiales de grano retenido (11), en el que en una cuarta etapa la fracción homogeneizada a partir de materiales de grano retenido (11) como producto de clasificación se somete en un equipo de rayos X (34) a una determinación de densidad por medio de transmisión de rayos X, en el que en una quinta etapa se clasifican neumáticamente partículas de material procedentes del producto de clasificación con una densidad que se sitúa por encima de un valor límite predefinible, teniendo lugar en el equipo de rayos X (34) una radioscopia del producto de clasificación con rayos X, captándose la intensidad de la radiación de salida por medio de un sensor, llevándose a cabo una comparación de intensidad entre radiación de rayos X entrante y saliente y determinándose la diferencia de la intensidad de radiación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en una sexta etapa a partir de la fracción residual que queda se separan en un separador de no ferrosos (19) sustancias residuales (21).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la etapa de procedimiento de la fragmentación se lleva a cabo en varios pasos, configurándose en un último paso de fragmentación partículas de material en forma de disco.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** las partículas de material en forma de disco se configuran con un grosor de pared en un intervalo predefinible.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, 2, 3 o 4, caracterizado por que el material de grano retenido presenta un tamaño de partícula de  $> 0,3$  mm, de manera más preferente de  $> 3$  mm y de manera aún más preferente de  $> 10$  mm.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en función de la diferencia determinada de la intensidad de radiación se controla un equipo de boquilla (33) neumático.
7. Dispositivo para el procesamiento mecánico de desecho de aluminio (1), con un equipo (2) para la fragmentación del desecho de aluminio (1), una instalación de cribado (8) conectada aguas abajo del equipo de fragmentación (2), un equipo de rayos X (34) para la fracción, que abandona la instalación de cribado (8), a partir de material de grano retenido, teniendo lugar en el equipo de rayos X (34) una radioscopia del producto de clasificación con rayos X, captándose la intensidad de la radiación de salida por medio de un sensor, llevándose a cabo una comparación de intensidad entre radiación de rayos X entrante y saliente y determinándose la diferencia de la intensidad de radiación, así como un equipo de separación equipado con un equipo de boquilla (33) neumático, pudiendo controlarse el equipo de boquilla (33) en función de una diferencia, determinada por el equipo de rayos X (34) por medio de transmisión de rayos X, de la intensidad de radiación, estando conectado aguas arriba del equipo de rayos X (34) un equipo de homogeneización.

Fig. 1

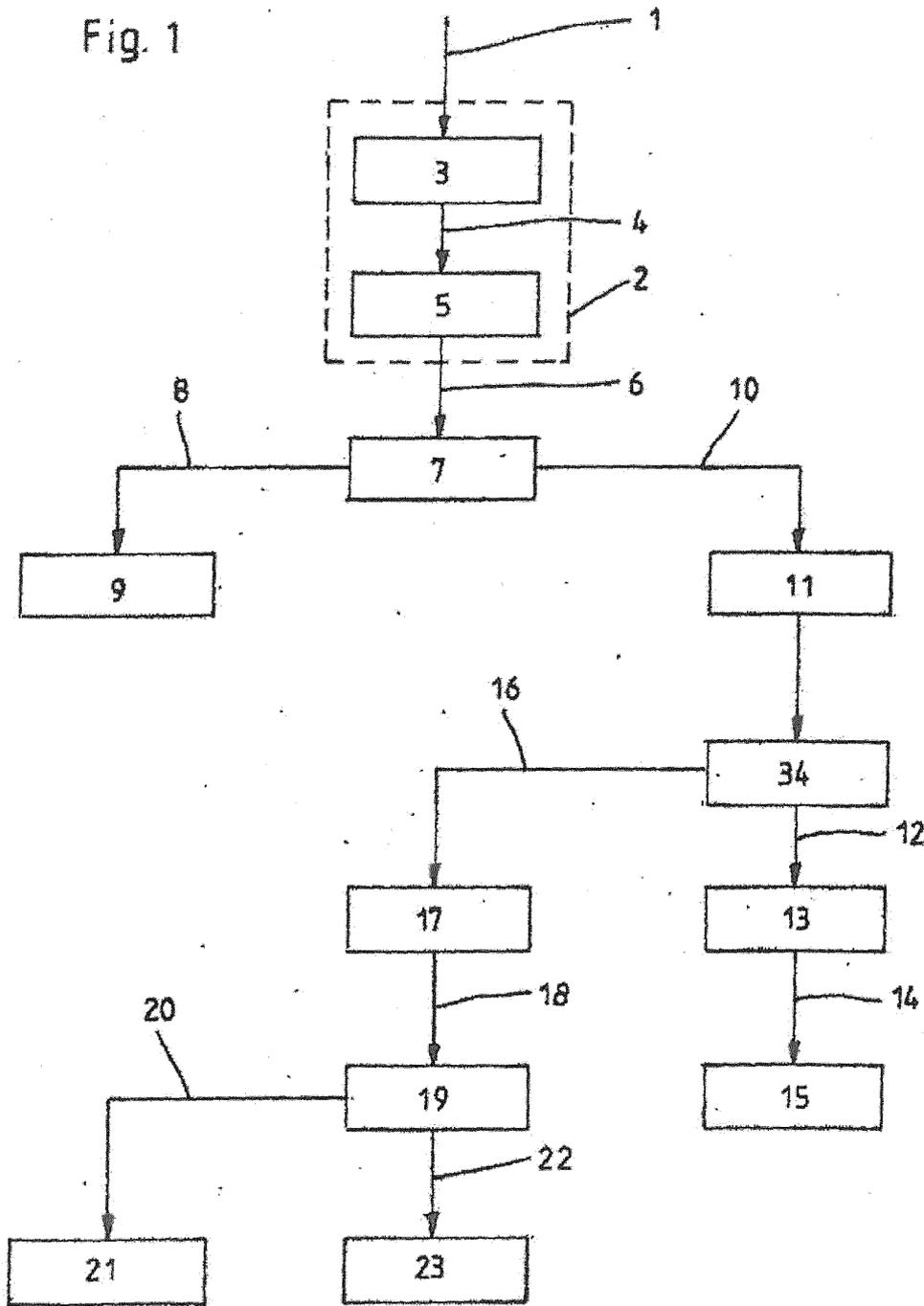


Fig. 2

