

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 957 140**

21 Número de solicitud: 202390113

51 Int. Cl.:

C22B 1/02 (2006.01)

C22B 21/00 (2006.01)

C22B 7/00 (2006.01)

H01M 10/54 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

29.12.2021

30 Prioridad:

07.04.2021 CN 202110373899

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.01.2024

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

06.06.2024

Fecha de concesión:

08.01.2025

45 Fecha de publicación de la concesión:

15.01.2025

73 Titular/es:

**GUANGDONG BRUNP RECYCLING
TECHNOLOGY CO., LTD. (33.33%)
No.6 Zhixin Avenue, Leping Town
528137 Sanshui District Foshan, Guangdong CN;
HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO.,
LTD. (33.33%) y
HUNAN BRUNP VEHICLES RECYCLING CO.,
LTD. (33.33%)**

72 Inventor/es:

**YU, Haijun;
ZHONG, Yingsheng;
XIE, Yinghao;
LI, Changdong y
ZHANG, Xuemei**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUO DE ALUMINIO CON TAMAÑO DE PARTÍCULAS CONTROLADO, Y USO DEL MISMO**

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 957 140 B2

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

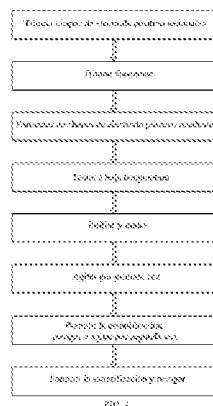


11 Número de publicación: **2 957 140**

21 Número de solicitud: 202390113

57 Resumen:

Método de recuperación de residuo de aluminio con tamaño de partículas controlado, y uso del mismo. La presente invención pertenece al campo técnico del reciclaje de baterías, y desvela un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas controlado, y uso del mismo. El método incluye las siguientes etapas: trituración y tamizado de una chapa de electrodo positivo de una batería de potencia residual, luego, trituración a de -198°C a -196°C con adición de nitrógeno líquido para obtener un material granulado; tostado, enfriamiento y trituración del material granulado, adición de agua, agitación, sedimentación en capas y separación de las capas para obtener una capa de polvo activo de electrodo positivo, una capa de transición y una capa de partículas de residuo de aluminio; y agitación de la capa de partículas de residuo de aluminio y la capa de transición durante una segunda vez, sedimentación en capas y recogida de partículas de residuo de aluminio y un polvo activo de electrodo positivo. En la presente invención, cuando se añade nitrógeno líquido para realizar la trituración fina a baja temperatura, se reduce el rendimiento de unión de un aglutinante, y las sustancias activas de electrodo positivo y el aglutinante están en un estado frágil y se rompen fácilmente, pero un residuo de aluminio todavía tiene cierta tenacidad. Diferentes temperaturas de fragilización de diferentes materiales permiten la trituración selectiva a una baja temperatura. Cada una de las partículas activas del electrodo positivo, las partículas de aglutinante y las partículas de residuo de aluminio obtenidas después de la trituración tienen un estrecho intervalo de tamaños de partícula, que crea condiciones para la posterior separación y recuperación.



ES 2 957 140 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

**MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUO DE ALUMINIO CON TAMAÑO DE
PARTÍCULAS CONTROLADO, Y USO DEL MISMO**

5

CAMPO TÉCNICO

La presente invención pertenece al campo técnico del reciclaje de baterías, y específicamente se refiere a un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas controlado, y uso del mismo.

10

ANTECEDENTES

Los restos de chapas de electrodo positivo de baterías incluyen colectores de corriente basados en aluminio, sustancias activas, tales como fosfato de litio y hierro (LFP, LiFePO_4) y óxido de litio, níquel, manganeso y cobalto (LNMCO, $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_{1-x-y}\text{O}_2$,
15 donde $x + y = 1$, $0 < x < 1$, $0 < y < 1$), aglutinantes, aditivos conductores, etc., donde Ni, Mn, Co, Li, Al, etc. son metales con posible valor de reciclaje.

20

Actualmente, el reciclaje de restos de chapas de electrodo positivo de baterías incluye principalmente: someter los restos de chapas de electrodo positivo a una serie de
tratamientos, tales como trituración gruesa, tamizado físico y trituración fina para
obtener un material granulado de los restos de chapas de electrodo positivo; y someter
el material granulado a extracción con ácido, extracción con álcali y recuperación de
metales valiosos. Sin embargo, las partículas de chapas de electrodo positivo incluyen
una pequeña cantidad de partículas de residuo de aluminio y otras partículas de
25 impurezas que tienen un pequeño tamaño de partículas, y la mezcla de las partículas
de impurezas con sustancia activa y partículas de aglutinante de restos de chapas de
electrodo positivo conduce a una elevada dificultad de reciclaje. Por lo tanto, se debe
aumentar en la medida de lo posible la tasa de recuperación de partículas de residuo
de aluminio en partículas de chapas de electrodo positivo para reducir la generación
30 de hidrógeno inflamable y explosivo a partir del aluminio en un proceso de
recuperación posterior de metales valiosos y mejorar la pureza de los metales
recuperados, tales como Ni, Co y Li, y la seguridad durante la extracción.

DESCRIPCION DE LA INVENCION

35

La presente invención pretende resolver al menos uno de los problemas técnicos que existen en el estado de la técnica. En vista de esto, la presente invención proporciona un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas

controlado, y uso del mismo. En la presente invención, cuando se realiza la trituración fina a una baja temperatura, el rendimiento de unión de un aglutinante se reduce significativamente, y las sustancias activas del electrodo positivo y el aglutinante están en un estado frágil y se rompen fácilmente, pero el residuo de aluminio todavía tiene
5 cierta tenacidad. Diferentes temperaturas de fragilización de diferentes materiales permiten la trituración selectiva a una baja temperatura. Cada una de las partículas activas del electrodo positivo, las partículas de aglutinante y las partículas de residuo de aluminio obtenidas después de la trituración tienen un estrecho intervalo de
10 tamaños de partícula, que mejora la velocidad de recuperación del residuo de aluminio en las partículas de restos de chapas de electrodo positivo y la seguridad durante un proceso de recuperación de metales de un polvo de restos de electrodos positivos.

Para lograr el objetivo anterior, la presente invención adopta las siguientes soluciones técnicas:

15 La presente invención proporciona un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas controlado, que incluye las siguientes etapas:

(1) recuperación, trituración y tamizado de una chapa de electrodo positivo de una batería de potencia residual, luego, trituración a de -198°C a -196°C con adición de nitrógeno líquido para obtener un material granulado;

20 (2) tostado del material granulado, y recogida de un aglutinante gaseoso producido a partir de la tostación con una disolución alcalina; y enfriamiento y molienda de un residuo para obtener un polvo de chapa de electrodo positivo residual;

(3) adición de agua al polvo de chapa de electrodo positivo residual, agitación, sedimentación en capas y separación de las capas para obtener una capa de polvo
25 activo de electrodo positivo, una capa de transición y una capa de partículas de residuo de aluminio; y

(4) agitación de la capa de partículas de residuo de aluminio y la capa de transición durante una segunda vez, sedimentación en capas y recogida de partículas de residuo de aluminio y un polvo activo de electrodo positivo.

30 Preferentemente, en la etapa (1), el material granulado puede tener un tamaño de partículas de $0,01\text{ }\mu\text{m}$ a $500\text{ }\mu\text{m}$.

Preferentemente, en la etapa (1), el nitrógeno líquido se puede añadir en una cantidad
35 del 5 % al 30 % de una masa de la chapa de electrodo positivo de la batería de potencia residual.

Preferentemente, en la etapa (2), el tostado se puede realizar en una atmósfera de gas inerte; y además preferentemente, un gas inerte de la atmósfera de gas inerte puede ser uno del grupo que consiste en He, Ne y Ar.

- 5 Preferentemente, en la etapa (2), el tostado se puede realizar a de 350 °C a 500 °C durante 30 min a 60 min.

- 10 Preferentemente, en la etapa (2), la velocidad de calentamiento para el tostado se puede controlar a de 10 °C/min a 20 °C/min; y además preferentemente, la velocidad de calentamiento para el tostado se puede controlar a de 10 °C/min a 15 °C/min.

Preferentemente, en la etapa (2), la disolución alcalina puede ser al menos una del grupo que consiste en $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaOH y $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

- 15 Preferentemente, en la etapa (2), el aglutinante gaseoso puede ser poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) o politetrafluoroetileno (PTFE).

Preferentemente, en la etapa (2), un molino usado en la molienda puede tener una capacidad de tratamiento de < 100 kg/h y una velocidad rotacional de 120 rpm a 180 rpm.

- 20 Preferentemente, en las etapas (3) y (4), un agitador usado en la agitación puede tener una frecuencia de agitación de 5 Hz a 20 Hz y una amplitud de agitación de 0,5 cm a 2 cm, y la agitación se puede realizar durante 5 min a 10 min.

- 25 Preferentemente, en las etapas (3) y (4), durante la agitación, el polvo de chapa de electrodo positivo residual se puede mantener sumergido en agua en un recipiente.

Preferentemente, en las etapas (3) y (4), el agua puede ser agua desionizada.

- 30 Preferentemente, las etapas (3) y (4) se pueden repetir 1 a 10 veces hasta que las partículas de residuo de aluminio y el polvo activo de electrodo positivo en las partículas estén completamente separados y se recojan.

- 35 La presente invención también proporciona el uso del método descrito anteriormente en la recuperación de metales valiosos.

Principio de la presente invención:

En la presente invención, las impurezas de partículas de residuo de aluminio en un

material granulado de chapa de electrodo positivo residual tienen todavía alguna ductilidad y tenacidad a baja temperatura (-196 °C) o a alta temperatura (350 °C a 500 °C), mientras que las sustancias activas de electrodo positivo en las partículas de electrodo positivo residual están sueltas y tienen muy baja adherencia después de ser

5 tratadas a una baja temperatura o a alta temperatura. Cada una de las partículas de sustancia activa de electrodo positivo, partículas de aglutinante y partículas de residuo de aluminio obtenidas después de la trituración fina a una baja temperatura tienen un estrecho intervalo de tamaños de partícula, que crea condiciones para la posterior separación y recuperación. Durante un proceso de calentamiento, el aglutinante se

10 volatiliza en forma gaseosa y se recupera, y entonces se enfría el residuo y se muele por un molino a una presión apropiada, donde las partículas activas de electrodo positivo son fácilmente molidas dando un polvo activo de electrodo positivo con un tamaño de partículas más pequeños, pero el tamaño de partículas de la mayoría de las partículas de residuo de aluminio no cambia. Se utiliza el efecto de las nueces de

15 Brasil: durante un proceso de agitación, las partículas pequeñas se filtran gradualmente a través de huecos entre grandes partículas hacia una parte inferior, de forma que las partículas pequeñas se rellenen fácilmente en una capa inferior por debajo de las partículas grandes y las partículas grandes se acumulen en una capa superior. Cuando el polvo activo de electrodo positivo y las partículas de residuo de

20 aluminio con diferentes tamaños de partículas en el recipiente se agitan a una frecuencia de agitación especificada, las partículas de residuo de aluminio con un gran tamaño de partículas flotan en una capa superficial, y el polvo activo de chapa de electrodo positivo se hunde en una capa inferior; y entonces los materiales granulados de chapa de electrodo positivo en las capas central y superior se recogen y se agitan

25 una segunda vez para separar y recoger el residuo de aluminio y el polvo activo de electrodo positivo, separando y recogiendo así eficazmente el polvo activo del electrodo positivo y el residuo de aluminio de grano grueso en el material granulado de chapa de electrodo positivo residual.

30 En comparación con el estado de la técnica, la presente invención tiene los siguientes efectos beneficiosos.

1. En la presente invención, cuando la trituración fina se realiza a una baja temperatura, el rendimiento de la unión de un aglutinante se reduce significativamente, y las sustancias activas de electrodo positivo y el aglutinante están en un estado frágil

35 y se rompen fácilmente, pero un residuo de aluminio todavía tiene cierta tenacidad. Diferentes temperaturas de fragilización de diferentes materiales permiten la trituración selectiva a una baja temperatura. Cada una de las partículas activas de electrodo

positivo, las partículas de aglutinante y las partículas de residuo de aluminio obtenidas después de la trituración tienen un estrecho intervalo de tamaños de partícula, que crea condiciones para la posterior separación y recuperación.

2. Durante el proceso de tostado a alta temperatura de la presente invención, el
5 aglutinante gaseoso generado se adsorbe por la disolución alcalina, que no solo puede lograr el reciclaje del aglutinante, sino también la retirada inmediata del aglutinante en las partículas de chapa de electrodo positivo residual para evitar la interferencia del aglutinante para los posteriores procesos de recuperación.

3. En la presente invención, después del tostado a alta temperatura, las
10 partículas activas de electrodo positivo se muelen fácilmente dando un polvo activo de electrodo positivo, y el tamaño de partículas de la mayoría de las partículas de residuo de aluminio no cambia; y entonces se usa el efecto de las nueces de Brasil para separar con exactitud y recuperar una capa de partículas de residuo de aluminio y una capa de polvo activo de electrodo positivo mediante dos veces de agitación y
15 estratificación, que evita el tamizado con un tamiz de malla y la inclusión de partículas de residuo de aluminio en un polvo activo de electrodo positivo obtenido después del tamizado, mejorándose así la eficiencia de separación y de recuperación.

4. En la presente invención, en la primera agitación y la segunda agitación, se
20 añade agua desionizada al recipiente principalmente por los siguientes motivos: el agua tiene una fuerza flotante especificada, que puede compensar parcialmente la gravedad del polvo activo de electrodo positivo y las partículas de residuo de aluminio, acelerando así el flujo de filtración entre las dos partículas. La adición de agua puede evitar la generación de polvo en el recipiente durante la agitación, de forma que no habrá consecuencias adversas, tales como difusión de polvo y explosión del polvo.

25 5. En la presente invención, la frecuencia de agitación, la amplitud de agitación y el tiempo de agitación de un agitador usado en la primera agitación y la segunda agitación, y el volumen de un material llenado en el recipiente y el volumen del agua desionizada añadida en la primera agitación, pueden ser establecidos como valores fijos, de forma que un espesor de una capa de contacto entre la capa de partículas de
30 residuo de aluminio y la capa de polvo activo de electrodo positivo en el recipiente después de la primera agitación y un espesor de una capa crítica entre la capa de partículas de residuo de aluminio y la capa de polvo activo de electrodo positivo después de la segunda agitación sean todos valores fijados, que evita el volver a determinar el espesor de capa cuando se repiten las etapas (4) a (5).

35

DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es un diagrama de flujo del método de recuperación de un residuo de

aluminio con un tamaño de partículas controlado según un ejemplo de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 5 Los conceptos y efectos técnicos de la presente invención se describen clara y completamente a continuación, junto con ejemplos, para permitir que los objetivos, características y efectos de la presente invención sean completamente entendidos. Evidentemente, los ejemplos descritos son simplemente algunos en vez de todos los ejemplos de la presente invención. Todos los otros ejemplos obtenidos por los
10 expertos en la técnica basados en los ejemplos de la presente invención sin esfuerzos creativos deben entrar dentro del alcance de protección de la presente invención.

Ejemplo 1

- Se proporcionó un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño
15 de partículas controlado, que incluye las siguientes etapas específicas:

- (1) preparación de partículas de chapa de electrodo positivo residual: se recuperó una chapa de electrodo positivo residual producida en un proceso de producción de baterías de potencia, y entonces se trituró mecánicamente de forma gruesa y se tamizó; y se añadió 9 % de nitrógeno líquido, y entonces se realizó
20 trituración fina para obtener partículas de chapa de electrodo positivo residual con impurezas, que tenían un tamaño de partículas de 0,01 μm a 500 μm ;

- (2) tostado: se dispusieron 113 kg de las partículas de chapa de electrodo positivo residual en un horno de resistencia eléctrica; el horno de resistencia eléctrica se llenó con He, se aumentó la temperatura del horno de resistencia eléctrica y se
25 controló a 360 °C, y el tostado se realizó establemente durante 55 min, donde una velocidad de calentamiento para el horno de resistencia eléctrica se controló a 15 °C/min; y un gas producido durante el tostado se recogió a través de una disolución alcalina de $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

- (3) enfriamiento y molienda: basándose en la etapa (2), las partículas de chapa de electrodo positivo residual en el horno de resistencia eléctrica se enfriaron hasta temperatura ambiente, y entonces las partículas de chapa de electrodo positivo residual enfriadas se molieron en un molino de discos durante aproximadamente 1,5 h para obtener un polvo de chapa de electrodo positivo residual, donde el molino tuvo una cantidad de descarga de aproximadamente 80 kg/h y una velocidad rotacional de
35 160 rpm;

- (4) primera agitación: basándose en la etapa (3), se transfirieron 30 kg del polvo de chapa de electrodo positivo residual a un recipiente cuboide de acero

inoxidable y se añadió agua desionizada solo para sumergir el polvo de chapa de electrodo positivo residual en el recipiente; y el recipiente cuboide se fijó sobre un agitador horizontal y se agitó durante 6 min para obtener una capa de polvo activo de electrodo positivo, una capa de transición y una capa de partículas de residuo de aluminio, donde el agitador horizontal tuvo una frecuencia de agitación de 8 Hz y una amplitud de agitación de 1,0 cm;

(5) segunda agitación: basándose en la etapa (4), la capa de polvo activo de electrodo positivo en el recipiente se transfirió a otro recipiente, y la capa de partículas de residuo de aluminio y la capa de transición se recogieron y se transfirieron a un recipiente cuboide de acero inoxidable limpio, y se agitaron durante 6 min para obtener una capa de partículas de residuo de aluminio y una capa de polvo activo de electrodo positivo, donde el agitador tuvo una frecuencia de agitación de 8 Hz y una amplitud de agitación de 1,0 cm, y durante la agitación, el polvo de chapa de electrodo positivo residual se mantuvo sumergido en agua desionizada en el recipiente;

(6) las etapas (4) y (5) se repitieron 3 veces de forma que se recuperaron completamente las partículas de residuo de aluminio y el polvo activo de electrodo positivo en 118 kg de las partículas de chapa de electrodo positivo residual.

Ejemplo 2

Se proporcionó un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas controlado, que incluye las siguientes etapas específicas:

(1) preparación de partículas de chapa de electrodo positivo residual: se recuperó una chapa de electrodo positivo residual producida en un proceso de producción de baterías de potencia, y entonces se trituró mecánicamente de forma gruesa y se tamizó; y se añadió 15 % de nitrógeno líquido, y entonces se realizó trituración fina para obtener un material granulado con un tamaño de partículas de 0,01 μm a 500 μm ;

(2) tostado: se dispusieron 261 kg del material granulado en un horno de resistencia eléctrica; el horno de resistencia eléctrica se llenó con He, se aumentó la temperatura del horno de resistencia eléctrica y se controló a 420 °C, y el tostado se realizó establemente durante 40 min, donde una velocidad de calentamiento para el horno de resistencia eléctrica se controló a 15 °C/min; y un gas producido durante el tostado se recogió a través de una disolución alcalina de $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

(3) enfriamiento y molienda: basándose en la etapa (2), las partículas de chapa de electrodo positivo residual en el horno de resistencia eléctrica se enfriaron hasta temperatura ambiente, y entonces las partículas de chapa de electrodo positivo residual enfriadas se molieron en un molino de discos durante aproximadamente 1,5 h

para obtener un polvo de chapa de electrodo positivo residual, donde el molino tuvo una cantidad de descarga de aproximadamente 80 kg/h y una velocidad rotacional de 160 rpm;

(4) primera agitación: basándose en la etapa (3), se transfirieron 30 kg del polvo de chapa de electrodo positivo residual a un recipiente cuboide de acero inoxidable y se añadió agua desionizada solo para sumergir el polvo de chapa de electrodo positivo residual en el recipiente; y el recipiente cuboide se fijó sobre un agitador horizontal y se agitó durante 6 min para obtener una capa de polvo activo de electrodo positivo, una capa de transición y una capa de partículas de residuo de aluminio, donde el agitador horizontal tuvo una frecuencia de agitación de 8 Hz y una amplitud de agitación de 1,0 cm;

(5) segunda agitación: basándose en la etapa (4), la capa de polvo activo de electrodo positivo en el recipiente se transfirió a otro recipiente, y la capa de partículas de residuo de aluminio y la capa de transición se recogieron y se transfirieron a un recipiente cuboide de acero inoxidable limpio, y se agitaron durante 6 min para obtener una capa de partículas de residuo de aluminio y una capa de polvo activo de electrodo positivo, donde un agitador tuvo una frecuencia de agitación de 8 Hz y una amplitud de agitación de 1,0 cm, y durante la agitación, las partículas de chapa de electrodo positivo residual se mantuvieron sumergidas en agua desionizada en el recipiente;

(6) se repitieron 3 veces las etapas (4) y (5) de forma que se recuperaron completamente las partículas de residuo de aluminio y el polvo activo de electrodo positivo en 118 kg de las partículas de chapa de electrodo positivo residual.

Ejemplo 3

Se proporcionó un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas controlado, que incluye las siguientes etapas específicas:

(1) preparación de partículas de chapa de electrodo positivo residual: se recuperó una chapa de electrodo positivo residual producida en un proceso de producción de baterías de potencia, y entonces se trituró mecánicamente de forma gruesa y se tamizó; y se añadió 22 % de nitrógeno líquido, y entonces se realizó trituración fina para obtener un material granulado con un tamaño de partículas de 0,01 μm a 500 μm ;

(2) tostado: se dispusieron 387 kg del material granulado en un horno de resistencia eléctrica; el horno de resistencia eléctrica se llenó con He, se aumentó la temperatura del horno de resistencia eléctrica y se controló a 460 °C, y el tostado se realizó establemente durante 35 min, donde una velocidad de calentamiento para el horno de resistencia eléctrica se controló a 18 °C/min; y un gas producido durante el

tostado se recogió a través de una disolución alcalina de $\text{Mg}(\text{OH})_2$;

(3) enfriamiento y molienda: basándose en la etapa (2), las partículas de chapa de electrodo positivo residual en el horno de resistencia eléctrica se enfriaron hasta temperatura ambiente, y entonces las partículas de chapa de electrodo positivo residual enfriadas se molieron en un molino de discos durante aproximadamente 4,8 h para obtener un polvo de chapa de electrodo positivo residual, donde el molino tuvo una capacidad de tratamiento de aproximadamente 80 kg/h y una velocidad rotacional de 120 rpm;

(4) primera agitación: se transfirieron aproximadamente 80 kg del polvo de chapa de electrodo positivo residual a un recipiente cuboide de acero inoxidable y se añadió agua desionizada solo para sumergir el polvo de chapa de electrodo positivo residual en el recipiente; y el recipiente cuboide se fijó sobre un agitador horizontal y se agitó durante 10 min para obtener una capa de polvo activo de electrodo positivo, una capa de transición y una capa de partículas de residuo de aluminio, donde el agitador horizontal tuvo una frecuencia de agitación de 15 Hz y una amplitud de agitación de 0,5 cm;

(5) segunda agitación: basándose en la etapa (4), la capa de polvo activo de electrodo positivo en el recipiente a transfirió en otro recipiente, y la capa de partículas de residuo de aluminio y la capa de transición se recogieron y se transfirieron a un recipiente cuboide de acero inoxidable limpio, y se agitaron durante 10 min para obtener una capa de partículas de residuo de aluminio y una capa de polvo activo de electrodo positivo, donde un agitador tuvo una frecuencia de agitación de 15 Hz y una amplitud de agitación de 0,5 cm, y durante la agitación, las partículas de chapa de electrodo positivo residual se mantuvieron sumergidas en agua desionizada en el recipiente;

(6) se repitieron 4 veces las etapas (4) y (5) de forma que se recuperaron completamente las partículas de residuo de aluminio y el polvo activo de electrodo positivo en 387 kg de las partículas de chapa de electrodo positivo residual.

Ejemplo comparativo 1

Se proporcionó un método de recuperación de un residuo de aluminio, que incluía las siguientes etapas específicas:

Este ejemplo comparativo fue diferente del Ejemplo 1 en que la agitación en las etapas (4) y (5) no se realizó, y las partículas de chapa de electrodo positivo residual se trituraron directamente y se tamizaron para obtener un polvo activo de electrodo positivo y partículas de residuo de aluminio.

Ejemplo comparativo 2

Se proporcionó un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas controlado, que incluye las siguientes etapas específicas:

Este ejemplo comparativo fue diferente del Ejemplo 1 en que, en la etapa (1), no se realizó la operación de adición de nitrógeno líquido para realizar la trituración fina.

Análisis comparativo de los Ejemplos 1, 2 y 3 con los ejemplos comparativos:

La Tabla 1 muestra los porcentajes en masa de residuo de aluminio en el polvo activo de electrodo positivos recuperado en los Ejemplos 1, 2 y 3 y los Ejemplos comparativos 1 y 2 y los porcentajes de distribución del tamaño de partículas de residuo de aluminio en 0 µm a 10 µm, 10 µm a 50 µm, 50 µm a 100 µm y 100 µm a 500 µm. En los Ejemplos comparativos 1 y 2 no se adoptaron tratamiento con nitrógeno líquido y agitación, y solo se realizó tamizado con un tamiz de malla convencional para obtener un polvo activo de electrodo positivo y partículas de residuo de aluminio. El porcentaje en masa de residuo de aluminio en polvo activo de electrodo positivo = masa de residuo de aluminio en un polvo activo de electrodo positivo recuperado / masa del polvo activo de electrodo positivo recuperado * 100 %. El aluminio en el polvo activo de electrodo positivo se determinó por espectrometría de absorción atómica de llama (FAAS), y un tamaño de partículas de residuo de aluminio se determinó con un analizador láser del tamaño de partículas.

Se puede observar de la Tabla 1 que, en comparación con aquella en los Ejemplos comparativos 1 y 2, los polvos activos de electrodo positivo preparados en los Ejemplos 1, 2 y 3 tuvieron porcentajes en masa de residuo de aluminio extremadamente pequeños (0,55 %, 0,71 % y 0,42 %, respectivamente), lo que demuestra indirectamente que la tasa de recuperación de residuo de aluminio después de la agitación fue muy alta; en los Ejemplos 1, 2 y 3, los porcentajes de distribución del tamaño de partículas de residuo de aluminio en 0 µm a 50 µm fueron solo del 7,86 %, 6,31 % y 9,43 %, respectivamente, pero en los Ejemplos comparativos 1 y 2, los porcentajes de distribución del tamaño de partículas de residuo de aluminio en 0 µm a 50 µm fueron de hasta el 13,53 % y el 19,75 %, respectivamente; en los Ejemplos 1, 2 y 3, los porcentajes de distribución del tamaño de partículas de residuo de aluminio en 100 µm a 500 µm fueron del 73,88 %, 76,82 % y 73,89 %, respectivamente (los mayores), que fueron del 23,52 %, 26,46 % y 23,53 % superiores a los porcentajes promedio de distribución del tamaño de partículas de residuo de aluminio de los Ejemplos comparativos 1 y 2 en 100 µm a 500 µm, respectivamente; y en comparación con los Ejemplos comparativos, en los Ejemplos 1, 2 y 3, los

porcentajes de distribución del tamaño de partículas de residuo de aluminio en 100 μm a 500 μm fueron más altos, que indica que el tamaño de partículas de un residuo de aluminio fue controlado eficazmente para mejorar la eficiencia de recuperación de un residuo de aluminio.

5

Tabla 1 Porcentajes en masa de residuo de aluminio en polvos activos de electrodo positivo y porcentajes de distribución del tamaño de partículas de residuo de aluminio en diferentes intervalos

Grupo de tratamiento	Porcentaje en masa de residuo de aluminio en polvo activo de electrodo positivo (%)	Porcentajes de distribución del tamaño de partículas de residuo de aluminio en diferentes intervalos (%)			
		0 μm a 10 μm	10 μm a 50 μm	50 μm a 100 μm	100 μm a 500 μm
Ejemplo 1	0,55	0,14	7,72	18,26	73,88
Ejemplo 2	0,71	0,07	6,24	16,87	76,82
Ejemplo 3	0,42	0,06	9,37	16,68	73,89
K1	13,87	0,19	13,34	27,36	59,11
K2	17,55	0,74	19,01	38,64	41,61

- 10 La FIG. 1 es un diagrama de flujo del método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas controlado según un ejemplo de la presente invención, y se puede observar de la figura que, en la preparación de partículas de chapa de electrodo positivo residual a partir de una chapa de electrodo positivo residual, se añade nitrógeno líquido para realizar la trituración fina; y entonces las
- 15 partículas de chapa de electrodo positivo residual se someten a tostado, trituración, dos veces agitación para la estratificación para obtener un residuo de aluminio y un polvo activo de electrodo positivo.

Los ejemplos de la presente invención se describen con detalle con referencia a los dibujos adjuntos, pero la presente invención no se limita a los ejemplos anteriores. Dentro del alcance del conocimiento poseído por los expertos habituales en el campo técnico, también se pueden hacer diversos cambios sin apartarse del fin de la presente invención. Además, los ejemplos en la presente invención o características en los ejemplos se pueden combinar entre sí en una situación no conflictiva.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método de recuperación de un residuo de aluminio con un tamaño de partículas controlado, que comprende las siguientes etapas:
 - 5 (1) trituración y tamizado de una chapa de electrodo positivo de una batería de potencia residual, luego, trituración a de -198°C a -196°C con adición de nitrógeno líquido para obtener un material granulado;
 - (2) tostado, enfriamiento y molienda del material granulado para obtener un polvo de chapa de electrodo positivo residual;
 - 10 (3) adición de agua al polvo de chapa de electrodo positivo residual, agitación, sedimentación en capas y separación de las capas para obtener una capa de polvo activo de electrodo positivo, una capa de transición y una capa de partículas de residuo de aluminio; y
 - (4) agitación de la capa de partículas de residuo de aluminio y la capa de
15 transición durante una segunda vez, sedimentación en capas y recogida de partículas de residuo de aluminio y un polvo activo de electrodo positivo.
2. El método según la reivindicación 1, donde, en la etapa (1), el nitrógeno líquido se añade en una cantidad del 5 % al 30 % de una masa de la chapa de electrodo
20 positivo de la batería de potencia residual.
3. El método según la reivindicación 1, donde, en la etapa (2), el tostado se realiza en una atmósfera de gas inerte; y un gas inerte de la atmósfera de gas inerte es uno del grupo que consiste en He, Ne y Ar.
25
4. El método según la reivindicación 1, donde, en la etapa (2), el tostado se realiza a de 350°C a 500°C durante 30 min a 60 min.
5. El método según la reivindicación 1, donde una disolución alcalina se usa para recoger un aglutinante gaseoso generado durante el tostado en la etapa (2), y el
30 aglutinante gaseoso es poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) o politetrafluoroetileno (PTFE).
6. El método según la reivindicación 5, donde la disolución alcalina es al menos
35 una del grupo que consiste en $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaOH y $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
7. El método según la reivindicación 1, donde, en la etapa (2), un molino usado en

la molienda tiene una capacidad de tratamiento de < 100 kg/h y una velocidad rotacional de 120 rpm a 180 rpm.

- 5 8. El método según la reivindicación 1, donde, en las etapas (3) y (4), un agitador usado en la agitación tiene una frecuencia de agitación de 5 Hz a 20 Hz y una amplitud de agitación de 0,5 cm a 2 cm, y la agitación se realiza durante 5 min a 10 min.
- 10 9. El método según la reivindicación 1, donde, en las etapas (3) y (4), durante la agitación, el polvo de chapa de electrodo positivo residual se mantiene sumergido en agua en un recipiente; y el agua es agua desionizada.
- 10 10. Uso del método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en la recuperación de metales valiosos.

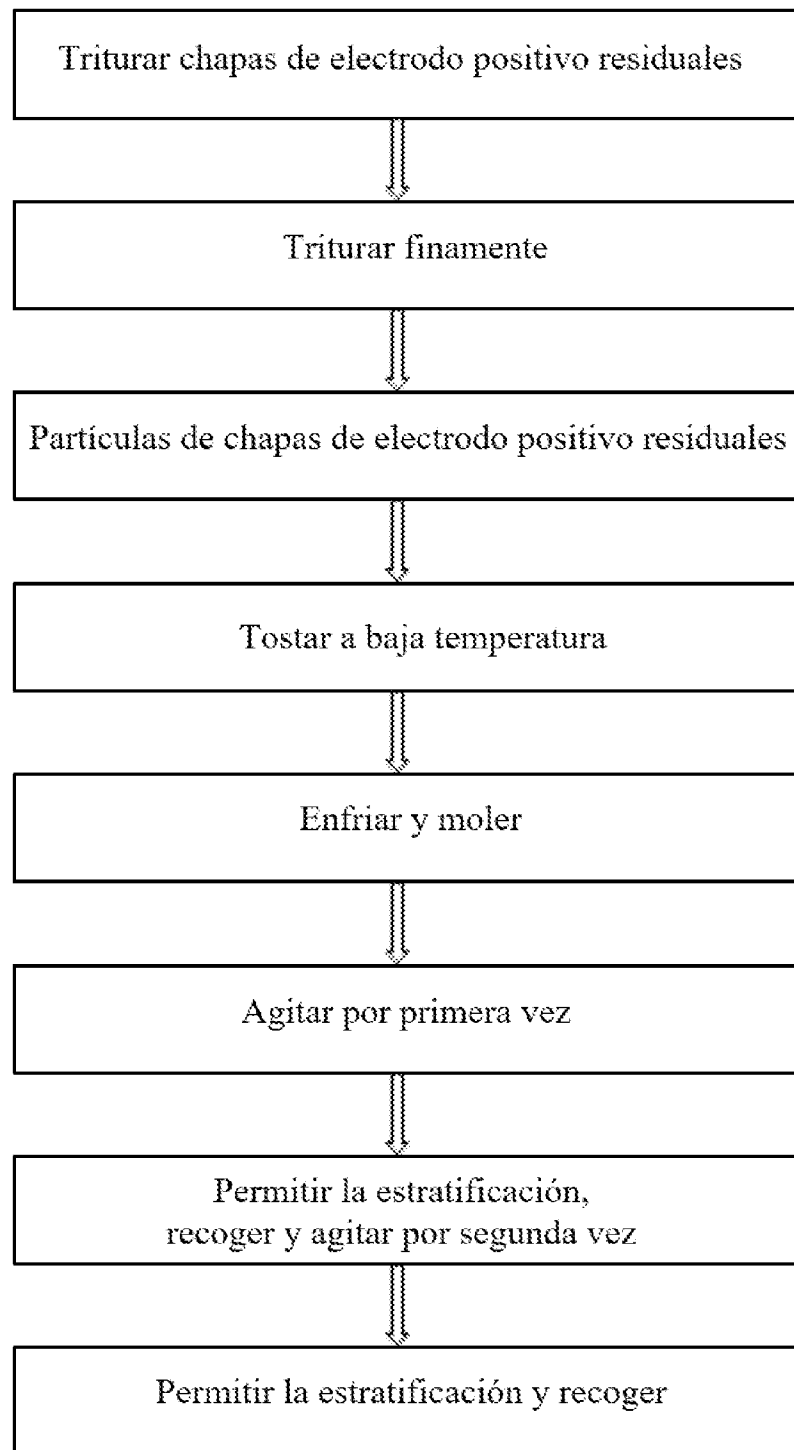


FIG. 1