

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 957 792**

21 Número de solicitud: 202390199

51 Int. Cl.:

H01M 10/54

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

06.06.2022

30 Prioridad:

23.07.2021 CN 202110834780

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.01.2024

71 Solicitantes:

**GUANGDONG BRUNP RECYCLING
TECHNOLOGY CO., LTD. (33.3%)
No. 6 Zhixin Avenue, Leping Town
528137 Sanshui District Foshan, Guangdong CN;
HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO.,
LTD. (33.3%) y
HUNAN BRUNP EV RECYCLING CO., LTD.
(33.3%)**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

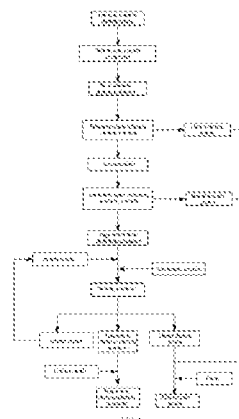
GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

54 Título: **Procedimiento de recuperación sin decapado de láminas de electrodos de batería**

57 Resumen:

Procedimiento de recuperación sin decapado de láminas de electrodos de batería.

En la presente invención se describe un procedimiento de recuperación para una lámina de electrodo de batería de desecho, comprendiendo el método las siguientes etapas: someter una lámina de electrodo de batería de desecho a corte, secado y tratamiento en frío, y luego enrollar y cribar la misma para obtener un primer material de electrodo positivo y una primera lámina de electrodo de desecho; someter la primera lámina de electrodo de desecho a cizallamiento, secado y tratamiento en frío, y después enrollarla y cribarla para obtener un segundo material de electrodo positivo y una segunda lámina de electrodo de desecho; y tostar el primer material de electrodo positivo y el segundo material de electrodo positivo para obtener un polvo de electrodo positivo. En la presente invención, el contenido de aluminio en el material del electrodo positivo se reduce mediante corte paso a paso, y luego se reduce el rendimiento de adhesión de un aglutinante de placa de electrodo positivo residual mediante liofilización al vacío y pulverización con un agente de enfriamiento rápido. La lámina de aluminio del material del electrodo positivo no se rompe fácilmente cuando se rompe después de la liofilización al vacío, y la morfología y el rendimiento de la lámina de aluminio después del corte primario y el corte secundario se mantienen básicamente sin cambios.



ES 2 957 792 A2

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de recuperación sin decapado de láminas de electrodos de batería

5 CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere al campo técnico del reciclaje de baterías, y específicamente se refiere a un procedimiento de reciclaje de láminas de electrodos de baterías sin decapado.

10

ANTECEDENTES

La industria de vehículos eléctricos de nueva energía en China se está desarrollando rápidamente, lo que ha promovido el rápido crecimiento de las ventas de vehículos eléctricos y la demanda de baterías eléctricas seguirá aumentando. Sin embargo, la producción de baterías genera un gran desperdicio de láminas de electrodos positivos.

15

La producción actual de materiales de electrodos positivos mediante la recuperación de materiales de desecho de láminas de electrodos positivos incluye principalmente dos etapas:

20

1, tratamiento de láminas de electrodos positivos de desecho: se realizan una serie de operaciones tales como trituración gruesa, pulverización fina, pirólisis y tamizado en las láminas de electrodos de desecho para obtener partículas de electrodos positivos; 2, preparación del material del electrodo positivo: las partículas del electrodo positivo se someten a lixiviación ácida, eliminación de impurezas, extracción y síntesis para obtener materiales de electrodo positivo.

25

En el tratamiento de las láminas de electrodo positivo de desecho, a menudo se lleva a cabo un pretratamiento de decapado para fortalecer la separación del material del electrodo positivo y la lámina de aluminio, y para disolver parte del aluminio en la lámina de electrodo positivo de desecho, lo que ayudará a separar el material del electrodo positivo de la lámina de aluminio y mejorar la eficiencia de reciclaje del material del electrodo positivo y, además, la lámina de aluminio también será fácil de recuperar. Sin embargo, después del decapado: 1, el agua y el ácido que quedan en la lámina de aluminio reciclada generarán hidrógeno inflamable y explosivo con el aluminio, lo cual es muy peligroso; 2, el aluminio disuelto en ácido se mezcla con partículas como el material activo del electrodo positivo y el aglutinante, y luego la mezcla ingresa al siguiente procedimiento de lixiviación ácida, aumentando el

30

35

contenido de impurezas, mejorando así la dificultad del procedimiento de eliminación de impurezas posterior; 3, después del tratamiento con ácido, la lámina de aluminio es más delgada y quebradiza, y los huecos en las láminas de electrodos positivos de desecho aumentan, y la trituración aumentará la cantidad de partículas finas de aluminio y polvo de aluminio, que no pueden ser interceptadas por el tamizado, y de este modo se incorporan a las partículas residuales del electrodo positivo, aumentando así aún más el contenido de aluminio, aumentando la dificultad del posterior procedimiento de lixiviación y eliminación de impurezas, y aumentando el coste correspondiente. Especialmente para el punto 3 anterior, en la mayoría de las tecnologías actuales para reciclar y tratar los electrodos positivos residuales de las baterías, la trituración y el tamizado son las dos etapas necesarias, que inevitablemente traerán las partículas gruesas de aluminio y el polvo de aluminio al material activo del electrodo positivo, y el aluminio debe eliminarse en el procedimiento posterior de eliminación de impurezas.

SUMARIO

La presente divulgación tiene como objetivo resolver al menos uno de los problemas técnicos anteriores existentes en la técnica anterior. Por esta razón, la presente divulgación proporciona un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodo de batería sin decapado. El procedimiento no sufre decapado, reduce las partículas gruesas de aluminio y polvo de aluminio incorporadas en las partículas del electrodo positivo, mejora la eficiencia de separación de un material de electrodo positivo y una lámina de aluminio y reduce el riesgo en el procedimiento de reciclaje del material de electrodo positivo.

Para lograr el objetivo, la presente divulgación adopta las siguientes soluciones técnicas.

Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho, que comprende las siguientes etapas:

(1) cortar, secar y tratar en frío la lámina de electrodo de batería de desecho, y después enrollar y tamizar para obtener un primer material de electrodo positivo y una primera lámina de electrodo de desecho;

(2) cortar, secar y tratar en frío la primera lámina de electrodo de desecho, y luego enrollar y tamizar para obtener un segundo material de electrodo positivo y una segunda lámina de electrodo de desecho; y

(3) tostar el primer material de electrodo positivo y el segundo material de electrodo positivo para obtener un polvo de electrodo positivo.

5 Preferiblemente, la etapa (1) incluye además: agregar la primera lámina de electrodo de desecho en un disolvente no polar para remojarla para obtener una primera dispersión de electrodo positivo y un colector de corriente.

10 Preferiblemente, la etapa (2) incluye además: agregar la segunda lámina de electrodo de desecho en un disolvente no polar para remojarla para obtener una segunda dispersión de electrodo positivo y un colector de corriente.

Más preferentemente, la primera dispersión de electrodo positivo y la segunda dispersión de electrodo positivo se someten a eliminación de disolvente para obtener un tercer material de electrodo positivo.

15 Preferiblemente, en la etapa (1), el corte incluye cortar la lámina de electrodos de batería de desecho en tiras de lámina de electrodos de desecho con una anchura de 2 cm a 4 cm y una longitud de 4 cm a 10 cm.

20 Debido a que cuanto más pequeña se tritura la lámina de electrodo positivo de desecho, aumentan los fragmentos de aluminio y el polvo de aluminio en el material de electrodo positivo correspondiente, en la presente divulgación se utiliza un método de corte y reciclaje graduales, de modo que la lámina de electrodo positivo de desecho anterior primero se corta en tiras y luego se corta en fragmentos. Un corte primario produce la menor cantidad de
25 fragmentos de aluminio, y la mayoría de los materiales de los electrodos positivos se reciclan sincrónicamente, por lo que el material del electrodo positivo reciclado por el corte primario tiene el menor contenido de aluminio; después de un corte secundario, aumentan los fragmentos de aluminio y el polvo de aluminio en los materiales reciclados del electrodo positivo. Después del corte en dos etapas, la mayoría de los materiales de los electrodos
30 positivos se reciclaron.

En la presente divulgación, la lámina de electrodo positivo residual se corta en tiras, mientras se controla el tamaño de la lámina de electrodo positivo residual, lo que facilitará el desprendimiento del material del electrodo positivo, reducirá la entrada de fragmentos de
35 aluminio en las partículas del electrodo positivo, y mejorará la eficiencia de separación. Las razones principales son las siguientes: los fragmentos de la lámina de electrodo positivo de

- desecho son demasiado pequeños y es más fácil envolver el material del electrodo positivo después de enrollarlo, rasgarlo, vibrarlo, hacerlo a alta temperatura, etc.; la longitud lateral de la lámina de electrodo positivo de desecho se alarga cortando con una máquina de corte, lo que reducirá el número de lados de la lámina de electrodo positivo de desecho y, por lo tanto,
- 5 el número de lados de la lámina de electrodo de desecho que se enrollan, con lo que indirectamente reducir el material del electrodo positivo enrollado en los lados de la lámina del electrodo de desecho; si se acorta la longitud del lado, el número de lados aumentará y los bordes de las láminas de electrodos de desecho con los múltiples lados adyacentes serán más fáciles de enrollar y envolver más materiales de electrodos positivos, y los materiales de
- 10 electrodos positivos envueltos por las láminas de electrodos positivos de desecho deben triturarse nuevamente y luego someterse a tamizado, mientras que la trituración múltiple es la razón principal para aumentar el contenido de fragmentos de aluminio en el material del electrodo positivo.
- 15 Preferiblemente, en la etapa (1) a la etapa (2), el tratamiento en frío incluye: liofilizar la lámina de electrodos de batería usada; más preferiblemente, incluye además: llevar a cabo un tratamiento de enfriamiento rápido de la superficie en la lámina de electrodos de batería usada después de la liofilización.
- 20 Más preferiblemente, la liofilización se realiza entre -140 °C y -50 °C durante 5 minutos a 15 minutos.
- Más preferiblemente, un agente de enfriamiento rápido usado para el tratamiento de enfriamiento rápido de la superficie es hielo seco.
- 25 Preferiblemente, el enfriamiento rápido tiene una velocidad de caída de temperatura promedio de 5 °C/min a 25 °C/min.
- Preferiblemente, en la etapa (1), el laminado se realiza entre -80 °C y -50 °C.
- 30 Más preferentemente, el disolvente no polar es al menos uno de dietilacetamida (DEAC), trimetilfosfato (TMP) o trietilfosfato (TEP).
- La liofilización, la trituración y el tamizado tienen una trituración selectiva obvia en
- 35 comparación con la trituración y el tamizado a temperatura normal. A temperatura normal, el rendimiento adhesivo del aglutinante de la lámina de electrodo positivo residual es muy fuerte

y es difícil que el material del electrodo positivo se desprenda de la lámina de aluminio, por lo que la lámina de aluminio se aplasta fácilmente para entrar en el material del electrodo positivo, lo que no es propicio para un mayor tamizado. Después de la liofilización al vacío, la lámina de aluminio del material del electrodo positivo no es fácil de triturar durante el triturado, y la morfología de la lámina de aluminio después del corte primario y el corte secundario se mantienen básicamente sin cambios. El aglutinante en el material del electrodo positivo cambia a un estado cristalino a baja temperatura, la capacidad de unión del aglutinante se debilita o incluso no, y la fragilidad del aglutinante aumenta. En comparación con la temperatura normal, la lámina de aluminio tiene una ductilidad mejorada a una temperatura ultrabaja y tiene una mayor resistencia a la rodadura y al impacto. El material del electrodo positivo se dispersa fácilmente de la lámina de aluminio bajo la acción de rodadura, impacto, vibración y otras fuerzas externas. La trituración a baja temperatura tiene un mejor efecto de desprendimiento de las partículas del material del electrodo y un menor contenido de aluminio que la trituración a temperatura normal.

Preferiblemente, en la etapa (3), el tostado se realiza entre 600 °C y 1000 °C durante 30 min a 90 min.

En comparación con la técnica anterior, la presente divulgación tiene los siguientes efectos beneficiosos.

1. La presente divulgación realiza un tratamiento en frío sobre las láminas de electrodos de batería de desecho para reducir el rendimiento adhesivo del aglutinante de la lámina de electrodo positivo de desecho, y la lámina de aluminio tiene una ductilidad mejorada a baja temperatura y tiene una resistencia a la rodadura y resistencia al impacto mejoradas. El material del electrodo positivo se dispersa fácilmente de la lámina de aluminio bajo la acción de rodadura, impacto, vibración y otras fuerzas externas, y la lámina de aluminio no se tritura fácilmente después del tratamiento en frío, lo que reduce el contenido de aluminio en el material del electrodo positivo.

2. La presente divulgación solo usa un método físico para separar la lámina de aluminio del material del electrodo positivo, y no usa decapado ni pirólisis a alta temperatura para fortalecer la separación del material del electrodo positivo y la lámina de aluminio. No solo evita la incorporación de aluminio al material del electrodo positivo mediante decapado, sino que también evita la alta temperatura (> 660 °C) que derrite la lámina de aluminio y envuelve el material del electrodo positivo, lo que no favorece el tamizado del material del electrodo

positivo y la lámina de aluminio. Mientras tanto, el tiempo para dos tratamientos de liofilización al vacío solo necesita de 10 a 30 minutos, y el coste de tiempo del tratamiento es muy bajo. Los dos tratamientos de cizallamiento son diferentes del tratamiento de trituración. El método de tratamiento de cizallamiento es más suave y produce pocos fragmentos de aluminio; el método convencional requiere trituración múltiple, lo que también introducirá una gran cantidad de fragmentos de aluminio en el material del electrodo positivo.

3. En la presente divulgación, se añade el disolvente no polar para disolver el aglutinante restante y el material del electrodo positivo se elimina al mismo tiempo, mejorando así la tasa de separación del material del electrodo positivo y la lámina de aluminio; se utiliza una pequeña cantidad de disolvente no polar para disolver el aglutinante restante mientras se lava el material del electrodo positivo, se reduce la cantidad del disolvente no polar y solo la última pequeña parte (<5 %) del material del electrodo positivo necesita separarse. Por lo tanto, se utilizan pocos disolventes no polares y el coste de separación se reduce correspondientemente, y además, el disolvente no polar se reciclará después de separar el material del electrodo positivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente divulgación se describirá con más detalle con los dibujos y ejemplos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de flujo de procedimiento del Ejemplo 1 en la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

De aquí en adelante, el concepto de la presente divulgación y los efectos técnicos producidos se describirán clara y completamente con referencia a los ejemplos, para comprender completamente el propósito, las características y los efectos de la presente divulgación. Es evidente que los ejemplos descritos son solo una parte de los ejemplos de la presente divulgación, y no todos los ejemplos, y otros ejemplos obtenidos por los expertos en la técnica basándose en los ejemplos de la presente divulgación sin esfuerzos creativos caen dentro del alcance de protección de la presente divulgación.

Ejemplo 1

Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho de este

ejemplo incluye las siguientes etapas específicas:

(1) pretratamiento de láminas de electrodos de desecho: se eliminaron las impurezas de la superficie de 35,69 kg de láminas de electrodos de desecho y se realizó un corte primario en las láminas de electrodos de desecho mediante una máquina de corte para obtener tiras de láminas de electrodos de desecho con un ancho de 2 cm a 4 cm y una longitud de 4 cm a 10 cm;

(2) tratamiento de tiras de láminas de electrodos de desecho: las tiras de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un horno de calentamiento con una temperatura de 105 °C para secarlas durante 20 minutos, luego se enfriaron a temperatura ambiente después de secarlas y se trasladaron a un congelador para liofilizarlas a -95 °C, se sacó después de liofilizarse y se roció hielo seco sobre la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho para un enfriamiento rápido para evitar que la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho se calentara demasiado rápido, luego las tiras de láminas de electrodos de desecho se laminaron rápidamente y se tamizaron por vibración para obtener un material de electrodo positivo y las tiras de láminas de electrodos de desecho;

(3) corte secundario: las tiras de láminas de electrodos de desecho se cortaron mediante una máquina de corte para obtener fragmentos de láminas de electrodos de desecho, luego los fragmentos de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un congelador para liofilizarlos a -92 °C durante 10 minutos, y se sacó después de ser liofilizado, y se roció hielo seco sobre la superficie de los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho para un enfriamiento rápido para evitar que la superficie de los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se calentara demasiado rápido, luego los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se rodaron rápidamente, tamizado vibratorio para obtener el material del electrodo positivo y fragmentos de lámina de electrodo de desecho;

(4) limpieza de fragmentos de lámina de electrodo de desecho: los fragmentos de lámina de electrodo de desecho se colocaron en una caldera con una temperatura de 73 °C y se añadió fosfato de trimetilo a la caldera, luego se agitó durante 25 minutos y se separó para obtener la lámina de electrodo de desecho. fragmentos, el material del electrodo positivo y un disolvente no polar; los fragmentos de lámina de electrodo de desecho obtenidos se pueden limpiar con una solución acuosa que contiene etanol al 18 %;

(5) tostado: los materiales de electrodo positivo reciclados en las etapas (2), (3) y (4) se

colocaron en un horno de calentamiento con una temperatura de 710 °C y se les introdujo aire para tostarlos durante 65 minutos, para eliminar el aglutinante en los materiales de electrodo positivo, luego se obtuvieron 27,51 kg de polvo de electrodo positivo y las láminas de electrodo de desecho se reciclaron después del secado; y

5

La figura 1 es un diagrama de flujo de procedimiento del Ejemplo 1 en la presente divulgación. Se puede ver en la figura 1 que, en primer lugar, la lámina de electrodos de desecho se corta en tiras de lámina de electrodos de desecho; las tiras de piezas polares de desecho se secan y liofilizan a temperatura ultrabaja; luego se enfría rápidamente la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho; y las tiras de la pieza polar de desecho se laminan y se tamizan por vibración; el aglutinante en los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se disuelve y se limpia; y finalmente se obtiene por tostación el polvo del electrodo positivo.

10

Ejemplo 2

15

Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho de este ejemplo incluye las siguientes etapas específicas:

(1) pretratamiento de láminas de electrodos de desecho: se eliminaron las impurezas de la superficie de 35,80 kg de láminas de electrodos de desecho y se realizó un corte primario en las láminas de electrodos de desecho mediante una máquina de corte para obtener tiras de láminas de electrodos de desecho con un ancho de 2 cm a 4 cm y una longitud de 4 cm a 10 cm;

20

(2) tratamiento de tiras de láminas de electrodos de desecho: las tiras de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un horno de calentamiento con una temperatura de 105 °C para secarlas durante 20 minutos, luego se enfriaron a temperatura ambiente después de secarlas y se trasladaron a un congelador para liofilizarlas a - 89 °C, y se sacó después de ser liofilizada, y se roció hielo seco sobre la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho para un enfriamiento rápido para evitar que la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho se calentaran demasiado rápido, luego las tiras de láminas de electrodos de desecho se calentaron rápidamente laminado, tamizado vibratorio para obtener un material de electrodo positivo y tiras de láminas de electrodos de desecho;

25

30

(3) corte secundario: las tiras de láminas de electrodos de desecho se cortaron mediante una máquina de corte para obtener fragmentos de láminas de electrodos de desecho, luego los

35

fragmentos de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un congelador para liofilizarlos a -87°C durante 10 minutos, y se sacó después de ser liofilizado, y se roció hielo seco sobre la superficie de los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho para un enfriamiento rápido para evitar que la superficie de los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se calentara demasiado rápido, luego los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se rodaron rápidamente, tamizado vibratorio para obtener el material del electrodo positivo y fragmentos de lámina de electrodo de desecho;

(4) limpieza de fragmentos de lámina de electrodo de desecho: los fragmentos de lámina de electrodo de desecho se colocaron en una caldera con una temperatura de 64°C y se añadió fosfato de trimetilo a la caldera, luego se agitó durante 30 minutos y se separó para obtener la lámina de electrodo de desecho. fragmentos, el material del electrodo positivo y un disolvente no polar; los fragmentos de lámina de electrodo de desecho obtenidos se pueden limpiar con una solución acuosa que contiene etanol al 18 %; y

(5) tostado: los materiales de electrodo positivo reciclados en las etapas (2), (3) y (4) se colocaron en un horno de calentamiento con una temperatura de 845°C y se introdujo con aire para tostar durante 57 minutos, para eliminar el aglutinante en los materiales de los electrodos positivos, luego se obtuvieron 28,43 kg de polvo de electrodo positivo y las láminas de electrodos de desecho se reciclaron después del secado.

Ejemplo 3

Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho de este ejemplo incluye las siguientes etapas específicas:

(1) pretratamiento de láminas de electrodos de desecho: se eliminaron las impurezas de la superficie de 38,31 kg de láminas de electrodos de desecho y se realizó un corte primario en las láminas de electrodos de desecho mediante una máquina de corte para obtener tiras de láminas de electrodos de desecho con un ancho de 2 cm a 4 cm y una longitud de 4 cm a 10 cm;

(2) tratamiento de tiras de láminas de electrodos de desecho: las tiras de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un horno de calentamiento con una temperatura de 105°C para secarlas durante 20 minutos, luego se enfriaron a temperatura ambiente después de secarlas y se trasladaron a un congelador para liofilizarlas a -75°C , se sacó después de

liofilizarse y se roció hielo seco sobre la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho para un enfriamiento rápido para evitar que la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho se calentara demasiado rápido, luego las tiras de láminas de electrodos de desecho se laminaron rápidamente y se tamizaron por vibración para obtener un material de electrodo positivo y las tiras de láminas de electrodos de desecho;

(3) corte secundario: las tiras de láminas de electrodos de desecho se cortaron mediante una máquina de corte para obtener fragmentos de láminas de electrodos de desecho, luego los fragmentos de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un congelador para liofilizarlos a -78°C durante 10 minutos, y se sacó después de ser liofilizado, y se roció hielo seco sobre la superficie de los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho para un enfriamiento rápido para evitar que la superficie de los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se calentara demasiado rápido, luego los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se rodaron rápidamente, tamizado vibratorio para obtener el material del electrodo positivo y fragmentos de lámina de electrodo de desecho;

(4) limpieza de fragmentos de lámina de electrodo de desecho: los fragmentos de lámina de electrodo de desecho se colocaron en una caldera con una temperatura de 58°C , y se añadió dietilacetamida a la caldera, luego se agitó durante 27 minutos y se separó para obtener los fragmentos de lámina de electrodo de desecho, el material del electrodo positivo y un disolvente no polar; los fragmentos de lámina de electrodo de desecho obtenidos se pueden limpiar con una solución acuosa que contiene etanol al 18 %; y

(5) tostado: los materiales de electrodo positivo reciclados en las etapas (2), (3) y (4) se colocaron en un horno de calentamiento con una temperatura de 800°C y se introdujo aire para tostar durante 86 minutos, para eliminar el aglutinante en los materiales de los electrodos positivos, luego se obtuvieron 29,03 kg de polvo de electrodo positivo y las láminas de electrodos de desecho se reciclaron después del secado.

Ejemplo 4

Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho de este ejemplo incluye las siguientes etapas específicas:

(1) pretratamiento de láminas de electrodos de desecho: se eliminaron las impurezas de la superficie de 34,17 kg de láminas de electrodos de desecho y se realizó un corte primario en

las láminas de electrodos de desecho mediante una máquina de corte para obtener tiras de láminas de electrodos de desecho con un ancho de 2 cm a 4 cm y una longitud de 4 cm a 10 cm;

5 (2) tratamiento de tiras de láminas de electrodos de desecho: las tiras de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un horno de calentamiento con una temperatura de 105 °C para secarlas durante 20 minutos, luego se enfriaron a temperatura ambiente después de secarlas y se trasladaron a un congelador para liofilizarlas a -94 °C, se sacó después de liofilizarse y se roció hielo seco sobre la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho para un enfriamiento rápido para evitar que la superficie de las tiras de láminas de electrodos de desecho se calentara demasiado rápido, luego las tiras de láminas de electrodos de desecho se laminaron rápidamente y se tamizaron por vibración para obtener un material de electrodo positivo y las tiras de láminas de electrodos de desecho;

15 (3) corte secundario: las tiras de láminas de electrodos de desecho se cortaron mediante una máquina de corte para obtener fragmentos de láminas de electrodos de desecho, luego los fragmentos de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un congelador para liofilizarlos a -90 °C durante 10 minutos, y se sacó después de ser liofilizado, y se roció hielo seco sobre la superficie de los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho para un enfriamiento rápido para evitar que la superficie de los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se calentara demasiado rápido, luego los fragmentos de la lámina de electrodo de desecho se rodaron rápidamente, tamizado vibratorio para obtener el material del electrodo positivo y fragmentos de lámina de electrodo de desecho;

25 (4) limpieza de fragmentos de lámina de electrodo de desecho: los fragmentos de lámina de electrodo de desecho se colocaron en una caldera con una temperatura de 68 °C y se añadió fosfato de trimetilo a la caldera, luego se agitó durante 24 minutos y se separó para obtener la lámina de electrodo de desecho. fragmentos, el material del electrodo positivo y un disolvente no polar; los fragmentos de lámina de electrodo de desecho obtenidos se pueden limpiar con una solución acuosa que contiene etanol al 18 %; y

(5) tostado: el material del electrodo positivo reciclado en las etapas (2), (3) y (4) se colocó en un horno de calentamiento con una temperatura de 800 °C y se introdujo aire para tostar durante 60 minutos, para eliminar el aglutinante en los materiales de los electrodos positivos, luego se obtuvieron 26,45 kg de polvo de electrodo positivo y las láminas de electrodos de desecho se reciclaron después del secado.

Ejemplo Comparativo 1

Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho de este ejemplo comparativo incluye las siguientes etapas específicas:

5

(1) pretratamiento de láminas de electrodos de desecho: se eliminaron las impurezas de la superficie de 34,98 kg de láminas de electrodos de desecho recicladas, y las láminas de electrodos de desecho se cortaron mediante una máquina de corte para obtener tiras de láminas de electrodos de desecho con una anchura de 2 cm a 4 cm y una longitud de 4 cm a 10 cm, luego, las tiras de láminas de electrodos de desecho se sometieron a lixiviación con 0,03 mol/L de ácido sulfúrico diluido durante 18 minutos y se lavaron dos veces con agua, y luego se secaron en un horno de calentamiento;

10

15

(2) tratamiento de láminas de electrodos de desecho: las tiras de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un horno de calentamiento con una temperatura de 105 °C para secarlas durante 20 minutos; después del secado, las láminas de electrodos de desecho se trituraron mediante una trituradora para obtener 34,83 kg de fragmentos de láminas de electrodos de desecho; luego, el aluminio y el material del electrodo positivo se tamizaron mediante un tamiz vibratorio, y los materiales no tamizados se trituraron con la trituradora y se tamizaron nuevamente para separar el aluminio y el material del electrodo positivo; y

20

25

(3) tostado: el material del electrodo positivo se tostó de manera estable durante 70 minutos en un horno de calentamiento al que se introdujo aire, y el horno de calentamiento se controló a 535 °C; el aglutinante del material del electrodo positivo se eliminó mediante tostado, luego se obtuvieron aproximadamente 27,17 kg de polvo de electrodo positivo y las láminas de electrodos de desecho se reciclaron después del secado.

Ejemplo Comparativo 2

30

Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho de este ejemplo comparativo incluye las siguientes etapas específicas:

35

(1) tratamiento previo de láminas de electrodos de desecho: se eliminaron las impurezas de la superficie de 32,53 kg de láminas de electrodos de desecho recicladas, y las tiras de láminas de electrodos de desecho se sometieron a lixiviación con 0,05 mol/l de ácido sulfúrico diluido durante 13 minutos y se lavaron tres veces con agua, y luego se secó en un horno de

calentamiento;

(2) tratamiento de láminas de electrodos de desecho: las tiras de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un horno de calentamiento con una temperatura de 100 °C para secarlas durante 20 minutos; después del secado, las láminas de electrodos de desecho se trituraron mediante una trituradora para obtener 31,16 kg de fragmentos de láminas de electrodos de desecho; luego, el aluminio y el material del electrodo positivo se tamizaron mediante un tamiz vibratorio, y los materiales no tamizados se trituraron con la trituradora y se tamizaron nuevamente para separar el aluminio y el material del electrodo positivo; y

(3) tostado: el material del electrodo positivo se tostó de manera estable durante 61 minutos en un horno de calentamiento al que se introdujo aire, y el horno de calentamiento se controló a 535 °C; el aglutinante del material del electrodo positivo se eliminó mediante tostado, luego se obtuvieron aproximadamente 25,25 kg de polvo de electrodo positivo y las láminas de electrodos de desecho se reciclaron después del secado.

Ejemplo Comparativo 3

Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho de este ejemplo comparativo incluye las siguientes etapas específicas:

(1) tratamiento previo de láminas de electrodos de desecho: se eliminaron las impurezas de la superficie de 32,12 kg de láminas de electrodos de desecho recicladas, y las tiras de láminas de electrodos de desecho se sometieron a lixiviación con 0,10 mol/l de ácido sulfúrico diluido durante 4 minutos y se lavaron dos veces con agua, y luego se secó en un horno de calentamiento;

(2) tratamiento de láminas de electrodos de desecho: las tiras de láminas de electrodos de desecho se trasladaron a un horno de calentamiento con una temperatura de 105 °C para secarlas durante 20 minutos; después del secado, las láminas de electrodos de desecho se trituraron mediante una trituradora para obtener 27,64 kg de fragmentos de láminas de electrodos de desecho; luego, el aluminio y el material del electrodo positivo se tamizaron mediante un tamiz vibratorio, y los materiales no tamizados se trituraron con la trituradora y se tamizaron nuevamente para separar el aluminio y el material del electrodo positivo; y

(3) tostado: el material del electrodo positivo se tostó de manera estable durante 78 minutos

en un horno de calentamiento al que se introdujo aire, y el horno de calentamiento se controló a 535 °C; el aglutinante del material del electrodo positivo se eliminó mediante tostado, luego se obtuvieron aproximadamente 24,06 kg de polvo de electrodo positivo y las láminas de electrodos de desecho se reciclaron después del secado.

5

Tabla 1 Contenido de aluminio en los Ejemplos 1 a 4 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 3

Grupos	Masa de lámina de electrodo de desecho (kg)	Masa de polvo de electrodo positivo (kg)	Contenido de aluminio en polvo de electrodo positivo (kg)	Contenido de aluminio en polvo de electrodo positivo (%)
Ejemplo 1	35,69	27,51	0,041	0,15 %
Ejemplo 2	25,80	28,43	0,038	0,13 %
Ejemplo 3	38,31	29,03	0,023	0,08 %
Ejemplo 4	34,17	26,45	0,029	0,11 %
Ejemplo Comparativo 1	34,98	27,17	1,38	5,08 %
Ejemplo Comparativo 2	32,53	25,25	1,131	4,48 %
Ejemplo Comparativo 3	32,12	24,06	1,195	4,97 %

El aluminio en el polvo del electrodo positivo se midió mediante un método espectrofotométrico, y el contenido de aluminio en el polvo del electrodo positivo (%) = el contenido de aluminio en el polvo del electrodo positivo/la masa del polvo del electrodo positivo.

Puede verse en la Tabla 1 que los contenidos de aluminio en los polvos de electrodo positivo tratados en los Ejemplos 1 a 4 son muy bajos, que son 0,15 %, 0,13 %, 0,08 % y 0,11 %, respectivamente; mientras que los contenidos de aluminio en los polvos de electrodo positivo en los Ejemplos Comparativos 1 a 3 después de decapado, triturado, tamizado y tostado son 5,08 %, 4,48 % y 4,97 %, que son significativamente mayores.

Las realizaciones de la presente divulgación se describen en detalle anteriormente, pero la presente divulgación no se limita a las realizaciones anteriores, y se pueden realizar varios cambios sin apartarse del propósito de la presente divulgación dentro del alcance del conocimiento que poseen los expertos habituales en la técnica. Además, las realizaciones de

5 la presente divulgación y las características de las realizaciones se pueden combinar entre sí bajo la premisa de que no haya conflicto.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de reciclaje para una lámina de electrodos de batería de desecho, que comprende las siguientes etapas:

5

(1) cortar, secar y tratar en frío la lámina de electrodo de batería de desecho, y después enrollar y tamizar para obtener un primer material de electrodo positivo y una primera lámina de electrodo de desecho;

10 (2) cortar, secar y tratar en frío la primera lámina de electrodo de desecho, y luego enrollar y tamizar para obtener un segundo material de electrodo positivo y una segunda lámina de electrodo de desecho; y

(3) tostar el primer material de electrodo positivo y el segundo material de electrodo positivo
15 para obtener un polvo de electrodo positivo.

2. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 1, en el que la etapa (1) comprende además: añadir la primera lámina de electrodo de desecho a un disolvente no polar para remojarla para obtener una primera dispersión de electrodo positivo y un colector de corriente;
20 y la etapa (2) comprende además: agregar la segunda lámina de electrodo de desecho en un disolvente no polar para remojarla para obtener una segunda dispersión de electrodo positivo y un colector de corriente.

3. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 2, en el que la primera dispersión de electrodo positivo y la segunda dispersión de electrodo positivo se someten a eliminación de disolvente para obtener un tercer material de electrodo positivo.
25

4. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 1, en el que, en la etapa (1) y en la etapa (2), el tratamiento en frío comprende: liofilizar la lámina de electrodos de batería de desecho; preferiblemente, comprende además: realizar un tratamiento de enfriamiento rápido de la superficie en la lámina de electrodos de batería usada después de la liofilización.
30

5. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 1, en el que en la etapa (1), el corte comprende cortar la lámina de electrodos de batería de desecho en tiras de lámina de electrodos de desecho con una anchura de 2 cm a 4 cm y una longitud de 4 cm a 10 cm.
35

6. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 4, en el que la liofilización se realiza

entre -140 °C y -50 °C durante 5 minutos a 15 minutos.

7. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 4, en el que un agente de enfriamiento rápido usado para el tratamiento de enfriamiento rápido de la superficie es hielo seco.

5

8. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 1, en el que en la etapa (1), el laminado se realiza entre -80 °C y -50 °C.

9. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 2, en el que el disolvente no polar es al menos uno de dietilacetamida, fosfato de trimetilo o fosfato de trietilo.

10

10. El procedimiento de reciclaje según la reivindicación 1, en el que en la etapa (3), la tostación se realiza entre 600 °C y 1000 °C durante 30 minutos a 90 minutos.

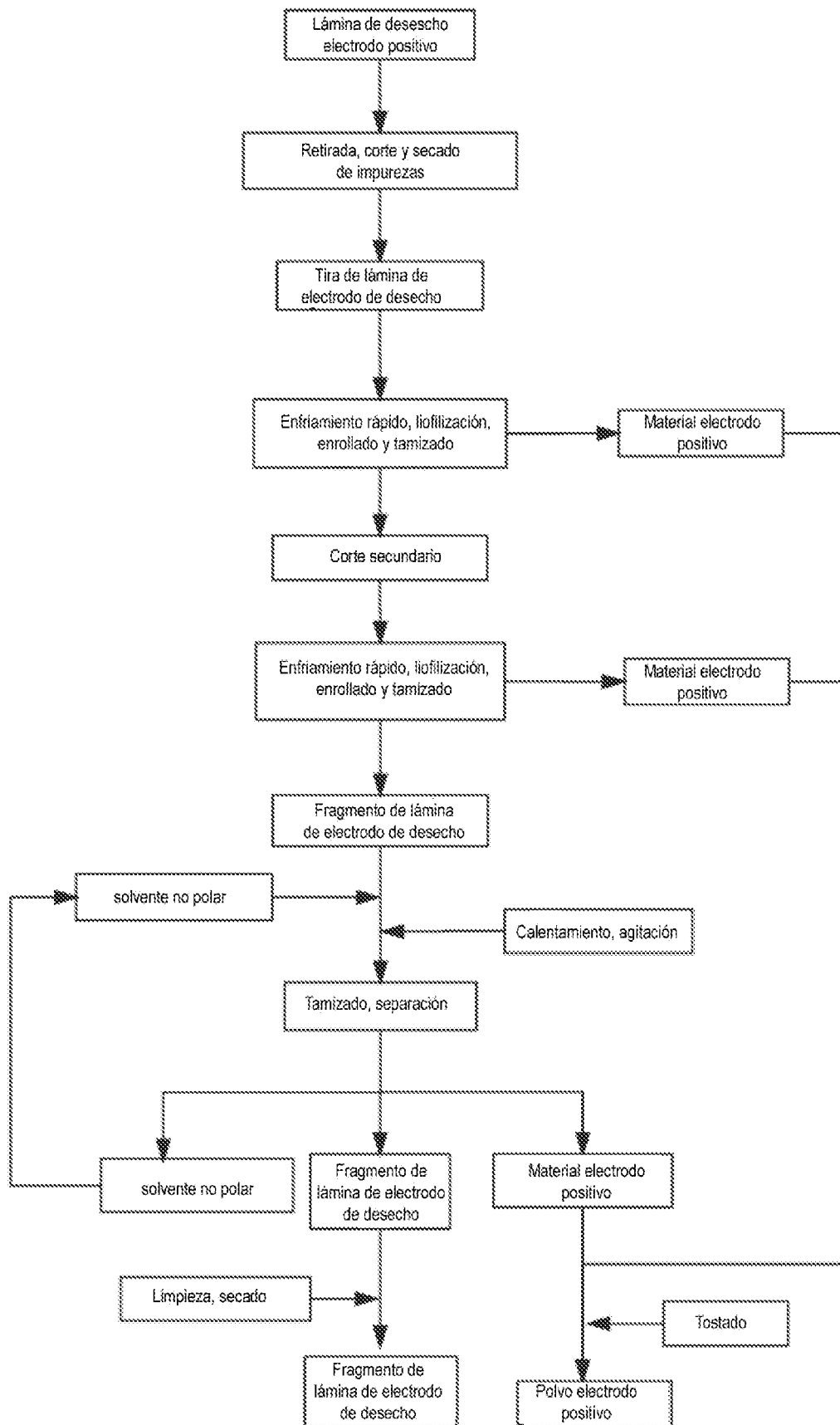


FIG. 1