

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 004 684**

51 Int. Cl.:

H01M 10/54 (2006.01) **H01M 50/403** (2011.01)
C22B 3/08 (2006.01)
C22B 3/44 (2006.01)
C22B 7/00 (2006.01)
C22B 3/00 (2006.01)
B09B 3/30 (2012.01)
B09B 3/70 (2012.01)
B09B 101/16 (2012.01)
H01M 6/52 (2006.01)
H01M 10/0525 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2021** **PCT/CN2021/093183**
87 Fecha y número de publicación internacional: **17.03.2022** **WO22052497**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2021** **E 21865558 (7)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024** **EP 4199184**

54 Título: **Método para tratar papel separador residual de batería de litio**

30 Prioridad:

09.09.2020 CN 202010938775

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2025

73 Titular/es:

HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. (33.33%)
No. 018, Jinsha East Road, Jinzhou New District Changsha, Hunan 410604, CN;
GUANGDONG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. (33.33%) y
HUNAN BRUNP EV RECYCLING CO., LTD. (33.33%)

72 Inventor/es:

CAI, HAIBING;
LI, QIANG;
LI, CHANGDONG;
CHEN, RUOKUI y
CHEN, SONG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 004 684 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

Método para tratar papel separador residual de batería de litio

Campo técnico

La invención se refiere al campo del reciclaje de baterías de litio de desecho, y particularmente a un método para tratar papel de diafragma residual de una batería de litio.

Antecedentes

Las baterías de litio son baterías químicas que se basan en iones litio que se desplazan entre cátodos y ánodos para lograr fines de carga y descarga, que tienen las ventajas de alta densidad de energía, alto voltaje de trabajo, larga vida útil y grandes tasas de carga y descarga, y se usan ampliamente en los campos de los nuevos vehículos de energía, productos de consumo 3C y baterías de almacenamiento de energía, donde 3C se refiere a la abreviatura de productos electrónicos de ordenador, comunicación y consumo. Los componentes principales de una batería de iones litio incluyen un cátodo, un ánodo, una carcasa, un electrolito y un papel diafragma. En el proceso actual vía seca para tratar baterías de litio de desecho, una gran cantidad de metales valiosos todavía permanece en el papel diafragma reciclado, lo que si no se utilizan los metales valiosos provocará una grave contaminación ambiental y el desperdicio de recursos.

Actualmente, el método más comúnmente usado para tratar papel diafragma es un método de incineración, que tiene un alto consumo de energía, un proceso de larga duración y una baja tasa de reciclaje de metales. Especialmente, cuando el papel diafragma se trata mediante el método de incineración, por un lado, es muy fácil que el aluminio metálico residual que sirve como colector catódico se funda debido a su bajo punto de fusión y penetre en el polvo de la batería, causando dificultades en la separación de los metales valiosos, y no siendo propicio para la producción industrial. Por otro lado, el papel diafragma no puede reciclarse por medio del método de incineración, dando como resultado un desperdicio de recursos.

Natarajan et al. (Regeneration of Polyolefin Separators from Spent Li-ion Battery for Second Life. Batteries & Supercaps (2020)) divulgan la recuperación del separador usado de LIB gastadas, la limpieza con agua desionizada y la reutilización del separador sin ninguna modificación para la fabricación de nuevas baterías. Los resultados obtenidos avalan la reutilización del separador en una configuración de semicelda empleando LiMn_2O_4 como cátodo y metal Li como ánodo. En comparación con el separador comercial de Celgard, la celda de ensayo mostró casi la misma capacidad de aproximadamente 123 mAh g^{-1} a 25 mA g^{-1} usando el separador recuperado.

El documento CN109904545A divulga un método para recuperar un separador, una lámina de cobre y un polo positivo de batería de una batería de ion litio de desecho. El método comprende las siguientes etapas de que (1) la descarga de la batería de ion litio de desecho se realiza a $15\text{-}40^\circ\text{C}$, y el voltaje de la batería de ion litio de desecho se reduce a $0,01\text{-}0,5 \text{ V}$; (2) la batería después de la descarga se cizalla y se rompe en una forma geoméricamente regular mediante el uso de una trituradora de cizalla; (3) los fragmentos de batería regulares obtenidos se sumergen en agua y se agitan y, después de realizar la agitación, los fragmentos de batería regulares se tamizan; (4) el producto de gran tamaño obtenido se coloca en un separador por gravedad, el separador se separa de la lámina de cobre y el polo positivo de la batería, y el separador se recupera; y (5) la lámina de cobre y el polo positivo de la batería obtenidos se secan y luego se colocan en un separador de corriente Eddy para separar y recuperar la lámina de cobre y el polo positivo de la batería. El método es fácil de realizar industrialmente, bajo en coste de recuperación y alto en tasa de recuperación de producto, y no contamina el medio ambiente.

El documento CN108588423A divulga un método de recuperación exhaustiva de baterías de tierras raras residuales. El método de recuperación comprende las siguientes etapas: A, se separan las carcasas externas de las baterías y las baterías se descargan completamente; B, las baterías de desecho de tierras raras se someten a tratamiento de trituración y se separan los polos positivos, los polos negativos, los diafragmas, los núcleos de la batería y las carcasas de acero; y C, los diafragmas se ponen en una solución de ácido sulfúrico con una concentración de 2 mol/L a 6 mol/L según la proporción en la que 1 kg de diafragmas se ponen en 2 L a 3 L de la solución de ácido sulfúrico, además se lleva a cabo una reacción durante $0,5\text{-}2$ horas y luego se lleva a cabo un filtrado para obtener los diafragmas y un filtrado. De acuerdo con el método de recuperación exhaustiva de las baterías de tierras raras de desecho, el cobre bruto, el níquel bruto y otras sustancias valiosas se separan de las piezas de polo positivo y negativo por medio de un método físico, además, se realiza la recuperación y clasificación de las piezas y los materiales de la batería, se realiza la separación y reutilización de las tierras raras y del cobalto, mientras que la cantidad usada de reactivos para reacciones químicas se reduce en todo el proceso, el tiempo de reacción se acorta, el consumo de energía se reduce, la tecnología es simple, la tasa de recuperación es alta, se establece una base para el almacenamiento dinámico de recursos raros tales como las tierras raras y el níquel y, además, el método es de bajo coste y de obvio beneficio económico.

El documento CN109193064A divulga un método para separar y recuperar componentes valiosos de baterías de litio de desecho. El método es que las baterías de litio de desecho se electrifican y trituran, el disolvente orgánico se volatiliza y recupera, el hexafluorofosfato de litio se trata inocuamente, y el material ligero, el material pesado y el material de peso intermedio se clasifican mediante un separador de múltiples componentes de cribado por viento. Se

recupera el diafragma del material ligero, se somete a pirólisis el material y el polvo de peso intermedio, se recupera como combustible auxiliar el aceite de pirólisis y el gas de pirólisis generados a partir de la pirólisis, se separa la lámina de aluminio y la lámina de cobre por separación de color después de que el residuo de pirólisis se separe mediante una amasadora inteligente y una lavadora, y se separa de la carcasa, la cabeza de pilote y el plástico del material pesado. El agua residual y el gas residual en todo el proceso del método se tratan centralmente, no se descargan contaminantes, y todo el componente en la batería de litio de desecho se puede recuperar eficientemente. Al mismo tiempo, el método valoriza completamente los residuos, reduce el consumo de energía, reduce la contaminación ambiental y el proceso es simple y aplicable a una amplia gama de baterías.

Compendio

- 10 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para tratar papel diafragma residual de una batería de litio que se combina con métodos físicos y químicos, y puede satisfacer los requisitos de producción industrial de compatibilidad medioambiental, bajo consumo de energía y alto reciclaje de recursos.

Con el fin de lograr el objeto anterior, la presente invención adopta las siguientes soluciones técnicas.

El método inventivo para tratar papel diafragma residual de una batería de litio se define en la reivindicación 1 adjunta.

- 15 Preferiblemente, en la etapa (1), el material triturado después del cizallamiento y el triturado tiene un tamaño que varía de 1 mm a 3 mm.

Preferiblemente, en la etapa (1), la separación neumática se lleva a cabo a una velocidad de 2 m/s a 3 m/s.

De acuerdo con la invención, en la etapa (1), el método incluye además una etapa de poner la mezcla de cobre-aluminio en un separador de corriente Eddy para separarlos para obtener cobre metálico y aluminio metálico.

- 20 De acuerdo con la invención, la velocidad del rotor del separador de corriente Eddy varía de 20 Hz a 40 Hz, la velocidad de la cinta del separador de corriente Eddy varía de 10 Hz a 15 Hz, y preferiblemente la velocidad de alimentación es del 30% al 40% de la capacidad de tratamiento por unidad de tiempo del separador de corriente Eddy.

Preferiblemente, en la etapa (2), la velocidad de agitación de la máquina de flotación varía de 200 r/min a 400 r/min y la velocidad del raspador de la máquina de flotación varía de 40 r/min a 80 r/min.

- 25 Preferiblemente, en la etapa (3), la formación de pasta de polvo de batería es para preparar el polvo de batería en una suspensión con una concentración en masa del 30% al 35%.

De acuerdo con la invención, en la etapa (3), la operación específica de la lixiviación de hidrometalurgia es: convertir el polvo de la batería en una suspensión, añadir la suspensión a una solución de decapado para realizar un decapado, añadir después un agente reductor para realizar una lixiviación reductora y ajustar el pH para que sea ácido para obtener un lixiviado.

- 30 De acuerdo con la invención, la solución de decapado es ácido sulfúrico; el agente reductor es preferiblemente uno de peróxido de hidrógeno o sulfito de sodio; y el ajuste del pH para que sea ácido se refiere a ajustar el pH a un intervalo de 1,5 a 2,0.

- 35 De acuerdo con la invención, en la etapa (3), la solución de decapado utilizada en el decapado es ácido sulfúrico con una concentración de 0,5 mol/L a 1,5 mol/L.

De acuerdo con la invención, en la etapa (3), en el proceso de decapado del papel diafragma, la relación en masa del papel diafragma a la solución de decapado es 1:(5 a 10).

Según la invención, en la etapa (3), el decapado se lleva a cabo a una velocidad de rotación que varía de 200 r/min a 400 r/min, y el decapado dura de 10 minutos a 30 minutos.

- 40 Preferiblemente, en la etapa (3), el número de malla del tamiz del filtro usado en el proceso de filtración varía de malla 60 a malla 100; y en el proceso de secado por centrifugación se usa una centrífuga, y la velocidad de rotación de la centrífuga varía de 4.000 r/min a 5.000 r/min.

Más preferiblemente, para la lixiviación de hidrometalurgia de la suspensión de batería se pueden usar tanto la solución de decapado después del decapado como la solución de decapado después del secado por centrifugación.

- 45 Preferiblemente, el papel diafragma obtenido en la etapa (3) puede usarse para realizar una granulación de plástico.

El principio de tratamiento de la presente invención es el siguiente:

De acuerdo con la presente invención, el papel diafragma se trata mediante un método que combina métodos físicos y químicos, y el papel diafragma residual se cizalla y tritura en primer lugar, y después se somete a separación neumática para obtener un material ligero y un material pesado; el papel diafragma del material ligero y el polvo de batería se someten a flotación y separación para obtener la suspensión de polvo de batería y el papel diafragma; la

- 50

mezcla de cobre-aluminio del material pesado se somete a separación por corriente Eddy; la suspensión de polvo de batería después de la separación se transporta a una sección húmeda para el tratamiento mediante una bomba, el papel diafragma después de la separación se decapa, y después el papel diafragma decapado se filtra y se seca por centrifugación mediante una centrífuga, y después se vende para realizar una granulación de plástico; para separar cobre metálico y aluminio metálico del papel diafragma y separar el papel diafragma del polvo de batería se usa un método físico; y a continuación, los metales valiosos níquel, cobalto y manganeso adheridos en el papel diafragma se separan mediante un método químico, de modo que los metales valiosos en el papel diafragma se reciclan de manera eficaz, no se producen tres residuos en el proceso de producción, y se satisfacen los requisitos de producción industrial de compatibilidad medioambiental, bajo consumo de energía y elevado reciclaje de recursos.

10 La presente invención tiene las siguientes ventajas:

De acuerdo con el método, el papel diafragma se trata mediante un método que combina métodos físicos y químicos, de modo que los metales valiosos en el papel diafragma residual de la batería de litio se reciclan de manera eficaz, y el papel diafragma reciclado puede usarse en la batería de litio de nuevo, lo que satisface los requisitos de producción industrial de compatibilidad medioambiental, bajo consumo de energía y elevado reciclaje de recursos.

15 Breve descripción del dibujo

La Figura 1 es un diagrama de flujo de proceso de la Realización 1 de la presente invención.

Descripción detallada

20 Con el fin de entender en profundidad la presente invención, las soluciones experimentales preferidas de la presente invención se describirán a continuación con referencia a las realizaciones para ilustrar adicionalmente las características y ventajas de la presente invención. Cualquier cambio que no se desvíe de la idea principal de la presente invención puede ser entendido por los expertos en la técnica, y el alcance de protección de la presente invención está determinado por el alcance de las reivindicaciones.

Realización 1

El método para tratar papel diafragma residual de una batería de litio incluía las siguientes etapas de:

- 25 (1) poner papel diafragma residual que contenía 15,72% de cobre, 8,26% de aluminio, 4,84% de níquel y 8,92% de cobalto en una trituradora por cizalladura para triturarlo en una forma regular con un tamaño de 3 mm x 3 mm, y luego poner el mismo en un separador ciclónico con un caudal de aire de 2,2 m/s para realizar una separación neumática para obtener un material ligero y una mezcla de cobre-aluminio;
- 30 (2) poner la mezcla de cobre-aluminio en un separador de corriente Eddy para realizar la separación con una velocidad del rotor de 40 Hz y una velocidad de cinta de 12 Hz para obtener cobre metálico y aluminio metálico;
- (3) poner el material ligero en una máquina de flotación con una velocidad de agitación de 300 r/min y una velocidad del raspador de 50 r/min para realizar una separación para obtener papel diafragma y polvo de batería; y
- 35 (4) convertir en pasta el polvo de batería, añadir el polvo de batería a ácido sulfúrico para realizar un decapado, añadir peróxido de hidrógeno para realizar una lixiviación reductora, ajustar el pH a 1,5 para obtener un lixiviado, decapar el papel diafragma con ácido sulfúrico diluido con una concentración de 0,5 mol/L, siendo la relación en masa de papel diafragma a la solución de decapado 1:10, siendo la velocidad de rotación 200 r/min, y la duración del 10 minutos, a continuación filtrar por un tamiz lineal de malla 60, y secar por centrifugación con una centrífuga de descarga en espiral horizontal con una velocidad de rotación de 5.000 r/min, obteniendo así el papel diafragma.
- 40 El papel diafragma, el cobre metálico, el aluminio metálico y la suspensión de polvo de batería se obtuvieron después de las etapas de tratamiento anteriores, donde el contenido de los diversos metales en el papel diafragma fue: 0,12% de cobre, 0,26% de aluminio, 0,14% de níquel y 0,23% de cobalto; el contenido de los diversos metales en el cobre metálico fue: 98,22% de cobre, 0,68% de aluminio, 0,32% de níquel y 0,51% de cobalto; el contenido de los diversos metales en el aluminio metálico fue: 4,86% de cobre, 90,93% de aluminio, 0,82% de níquel y 1,33% de cobalto; y se detectó que el contenido de impurezas en la suspensión de polvo de batería era: 1,05% de cobre, 0,84% de aluminio, 15,22% de níquel y 21,08% de cobalto. El papel diafragma, el cobre metálico y el aluminio metálico pueden venderse directamente, y pueden recuperarse los metales valiosos de la suspensión de polvo de batería mediante lixiviación de hidrometalurgia. La tasa de separación del cobre metálico y el aluminio metálico es 92,3%.
- 45

Realización 2

50 El método para tratar papel diafragma residual de una batería de litio incluía las siguientes etapas de:

- (1) poner papel diafragma residual que contiene 13,72% de cobre, 8,86% de aluminio, 5,84% de níquel y 7,92% de cobalto en una trituradora por cizalladura para triturarlo en una forma regular con un tamaño de 3 mm x 3 mm,

y luego poner el mismo en un separador ciclónico con un caudal de aire de 2,2 m/s para realizar una separación neumática para obtener un material ligero y una mezcla de cobre-aluminio;

(2) poner la mezcla de cobre-aluminio en un separador de corriente Eddy para realizar la separación con una velocidad del rotor de 40 Hz y una velocidad de la cinta de 12 Hz para obtener cobre metálico y aluminio metálico;

5 (3) poner el material ligero en una máquina de flotación con una agitación de 400 r/min y una velocidad del raspador de 60 r/min para realizar una separación para obtener papel diafragma y polvo de batería; y

10 (4) convertir en pasta el polvo de batería, añadir el polvo de batería a ácido sulfúrico para realizar un decapado, añadir peróxido de hidrógeno para realizar una lixiviación reductora, ajustar el pH a 1,5 para obtener un lixiviado, decapar el papel diafragma con ácido sulfúrico diluido con una concentración de 1,0 mol/L, una relación en masa del papel diafragma a la solución de decapado de 1:10, una velocidad de rotación de 300 r/min, y la duración del decapado 20 minutos, filtrar luego por un tamiz lineal de malla 80, y secar por centrifugación con una centrífuga de descarga en espiral horizontal con una velocidad de rotación de 5.000 r/min, obteniendo así el papel diafragma.

15 El papel diafragma, el cobre metálico, el aluminio metálico y la suspensión de polvo de batería se obtuvieron después de las etapas de tratamiento anteriores, donde el contenido de los diversos metales en el papel diafragma fue: 0,11% de cobre, 0,22% de aluminio, 0,12% de níquel y 0,13% de cobalto; el contenido de los diversos metales en el cobre metálico fue: 98,26% de cobre, 0,78% de aluminio, 0,36% de níquel y 0,41% de cobalto; el contenido de los diversos metales en el aluminio metálico fue: 3,86% de cobre, 92,93% de aluminio, 0,82% de níquel y 1,23% de cobalto; y se detectó que el contenido de impurezas en la suspensión de polvo de batería fue: 1,15% de cobre, 0,74% de aluminio, 16,21% de níquel y 20,32% de cobalto. El papel diafragma, el cobre metálico y el aluminio metálico pueden venderse directamente, y pueden recuperarse los metales valiosos de la suspensión de polvo de batería mediante lixiviación de hidrometalurgia. La tasa de separación del cobre metálico y el aluminio metálico es 94,3%.

Realización 3

El método para tratar papel diafragma residual de una batería de litio incluía las siguientes etapas de:

25 (1) poner papel diafragma residual que contenía 9,72% de cobre, 10,86% de aluminio, 6,84% de níquel y 6,92% de cobalto en una trituradora por cizalladura para triturarlo en una forma regular con un tamaño de 3 mm x 3 mm, y luego poner el mismo en un separador ciclónico con un caudal de aire de 2,8 m/s para realizar una separación neumática para obtener un material ligero y una mezcla de cobre-aluminio;

(2) poner la mezcla de cobre-aluminio en un separador de corriente Eddy con una velocidad del rotor de 40 Hz y una velocidad de la cinta de 12 Hz para realizar la separación para obtener cobre metálico y aluminio metálico;

30 (3) poner el material ligero en una máquina de flotación con una agitación de 400 r/min y una velocidad del raspador de 70 r/min para realizar la separación para obtener papel diafragma y polvo de batería; y

35 (4) convertir en pasta el polvo de batería, añadir el polvo de batería a ácido sulfúrico para realizar un decapado, añadir peróxido de hidrógeno para realizar una lixiviación reductora, ajustar el pH a 1,5 para obtener un lixiviado, decapar el papel diafragma con ácido sulfúrico diluido con una concentración de 1,5 mol/L, la relación en masa del papel diafragma a la solución de decapado es 1:5, la velocidad de rotación es 300 r/min, y la duración del decapado 30 minutos, filtrar luego con un tamiz lineal de malla 100, y secar por centrifugación con una centrífuga de descarga en espiral horizontal con una velocidad de rotación de 4.000 r/min, obteniendo así el papel diafragma.

40 El papel diafragma, el cobre metálico, el aluminio metálico y la suspensión de polvo de batería se obtuvieron después de las etapas de tratamiento anteriores, donde el contenido de los diversos metales en el papel diafragma fue: 0,11% de cobre, 0,32% de aluminio, 0,12% de níquel y 0,08% de cobalto; el contenido de los diversos metales en el cobre metálico fue: 98,66% de cobre, 0,68% de aluminio, 0,46% de níquel y 0,39% de cobalto; el contenido de los diversos metales en el aluminio metálico fue: 3,46% de cobre, 93,13% de aluminio, 0,62% de níquel y 0,73% de cobalto; y se detectó que el contenido de impurezas en la suspensión de polvo de batería fue: 0,98% de cobre, 0,76% de aluminio, 16,02% de níquel y 20,58% de cobalto. El papel diafragma, el cobre metálico y el aluminio metálico pueden venderse directamente, y pueden recuperarse los metales valiosos de la suspensión de polvo de batería mediante lixiviación de hidrometalurgia. La tasa de separación del cobre metálico y el aluminio metálico es 94,83%.

Los resultados de los diversos contenidos de metales en el papel diafragma, el cobre metálico, el aluminio metálico y la suspensión de polvo de batería tratados en la Realización 1 se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

	Cobre (%)	Aluminio (%)	Níquel (%)	Cobalto (%)
Papel diafragma	0,12	0,26	0,14	0,23
Cobre metálico	98,22	0,68	0,32	0,51

Aluminio metálico	4,86	90,93	0,82	1,33
Suspensión de polvo de batería	1,05	0,84	15,22	21,08

Los resultados de los diversos contenidos de metales en el papel diafragma, el cobre metálico, el aluminio metálico y la suspensión de polvo de batería tratados en la Realización 2 se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

	Cobre (%)	Aluminio (%)	Níquel (%)	Cobalto (%)
Papel diafragma	0,11	0,22	0,12	0,13
Cobre metálico	98,26	0,78	0,36	0,41
Aluminio metálico	4,86	92,93	0,82	1,23
Suspensión de polvo de batería	1,15	0,74	16,21	20,32

5

Los resultados de los diversos contenidos de metales en el papel diafragma, el cobre metálico, el aluminio metálico y la suspensión de polvo de batería tratados en la Realización 3 se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

	Cobre (%)	Aluminio (%)	Níquel (%)	Cobalto (%)
Papel diafragma	0,11	0,32	0,12	0,08
Cobre metálico	98,66	0,68	0,46	0,39
Aluminio metálico	3,46	93,13	0,62	0,73
Suspensión de polvo de batería	0,98	0,76	16,02	20,58

- 10 En las Tablas 1 a 3 puede verse que el papel diafragma tratado por el método de la presente invención contiene muy pocos metales valiosos y puede usarse para realizar una granulación de plástico. Sin embargo, el papel diafragma se trata actualmente por incineración que desperdicia recursos y contamina el medio ambiente. De acuerdo con el método de la presente invención, la tasa de reciclaje del cobre metálico de acuerdo con el método puede alcanzar más del 98,2%, y la tasa de reciclaje del aluminio metálico puede alcanzar más del 90,9%, mientras que el níquel, el cobalto y el manganeso en la suspensión de polvo de batería se pueden recuperar mediante lixiviación de hidrometalurgia, y se pueden usar de nuevo para la preparación de materiales para cátodos de baterías.

15 El método para tratar el papel diafragma residual de la batería de litio proporcionado por la presente invención se ha introducido en detalle anteriormente, y el principio y la implementación de la presente invención se han ilustrado con realizaciones específicas. La explicación de las realizaciones anteriores solo se usa para ayudar a entender el método y la idea central de la presente invención, incluyendo el mejor modo, y también permite a cualquier experto en la técnica practicar la presente invención, incluyendo fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema, e implementar cualquier método combinado. Debe señalarse para los expertos en la técnica que pueden realizarse varias mejoras y modificaciones a la presente invención sin apartarse del alcance de las reivindicaciones de la presente invención. El alcance de protección de la presente invención está definido por las reivindicaciones.

20

REIVINDICACIONES

1. Un método para tratar papel diafragma residual de una batería de litio, que comprende las etapas siguientes:

(1) cizallar y triturar papel diafragma residual y a continuación realizar una separación neumática para obtener un material ligero y una mezcla cobre-aluminio;

5 (2) poner el material ligero en una máquina de flotación para realizar una separación para obtener papel diafragma y polvo de batería; y

(3) convertir en pasta el polvo de la batería y llevar a cabo una lixiviación de hidrometalurgia, el decapado del papel diafragma y a continuación la filtración y el secado por centrifugación para obtener el papel diafragma;

10 en donde, en la etapa (1), el método comprende además una etapa de poner la mezcla de cobre-aluminio en un separador de corriente Eddy para realizar una separación para obtener cobre metálico y aluminio metálico; la velocidad del rotor del separador de corriente Eddy varía de 20 Hz a 40 Hz y la velocidad de la cinta del separador de corriente Eddy varía de 10 Hz a 15 Hz;

15 en la etapa (3), la operación específica de la lixiviación de hidrometalurgia es: después de convertir el polvo de batería en una suspensión, se añade la suspensión en una solución de decapado para realizar un decapado, después se añade un agente reductor para realizar una lixiviación reductora y se ajusta el pH para que sea ácido para obtener un lixiviado;

en la etapa (3), la solución de decapado utilizada en el decapado es ácido sulfúrico con una concentración de 0,5 mol/L a 1,5 mol/L; y en la etapa (3), el decapado se lleva a cabo a una velocidad de rotación que varía de 200 r/min a 400 r/min, y el decapado dura de 10 minutos a 30 minutos; y

20 en la etapa (3), en el proceso de decapado del papel diafragma, la relación en masa del papel diafragma a la solución de decapado es 1:(5 a 10).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde en la etapa (1) la separación neumática se lleva a cabo a una velocidad de 2 m/s a 3 m/s.

25 3. El método según la reivindicación 1, en donde en la etapa (2) la velocidad de agitación de la máquina de flotación varía de 200 r/min a 400 r/min y la velocidad del raspador de la máquina de flotación varía de 40 r/min a 80 r/min.

4. El método según la reivindicación 1, en donde la solución de decapado es ácido sulfúrico; el agente reductor es uno de peróxido de hidrógeno o sulfito de sodio; y el ajuste del pH para que sea ácido se refiere a ajustar el pH a un intervalo de 1,5 a 2,0.

30 5. El método según la reivindicación 1, en donde en la etapa (4) el número de malla del tamiz del filtro usado en el proceso de filtración varía de malla 60 a malla 100; y en el proceso de secado por centrifugación se usa una centrífuga y la velocidad de rotación de la centrífuga varía de 4.000 r/min a 5.000 r/min.

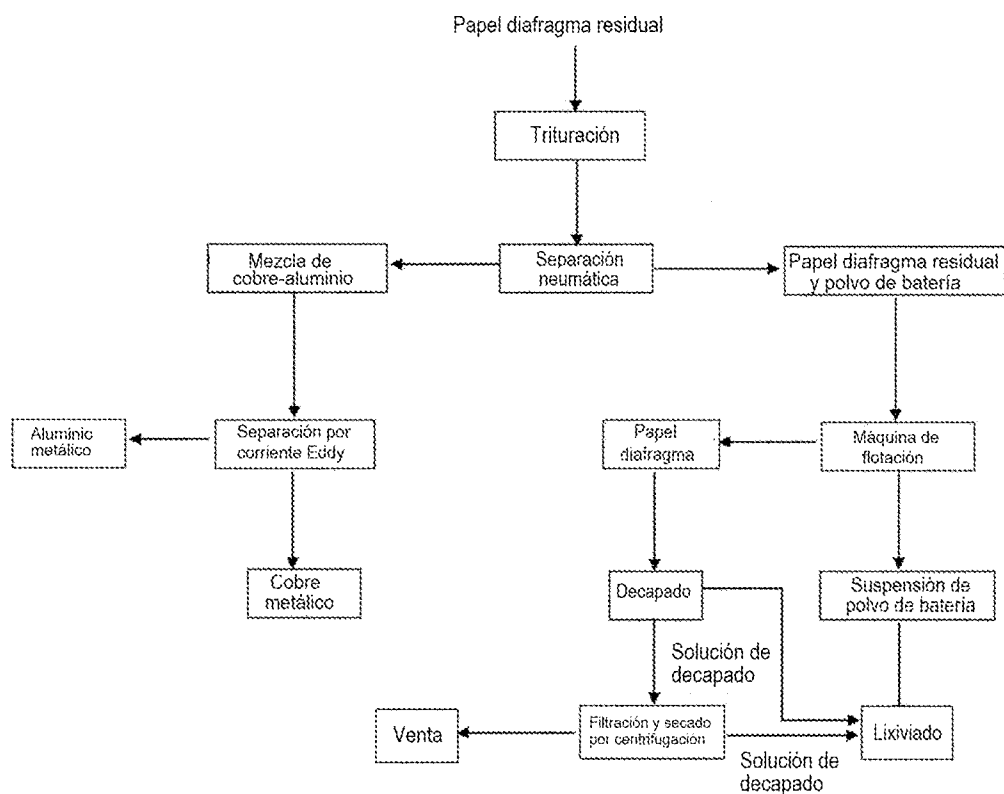


FIG. 1