



TÍTULO DE PATENTE No. 394466

Titular(es): UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

Domicilio: Lascuráin de Retana No. 5, Colonia Centro, 36000, Guanajuato, Guanajuato, MÉXICO

Denominación: MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE COBALTO A PARTIR DE BATERÍAS DE TELÉFONOS MÓVILES.

Clasificación: **CIP:** C22B3/00; B03B9/06; C22B3/04; C22B7/00; C22B23/00; H01M6/52
CPC: C22B23/04; C01G51/42; C22B3/26; C22B7/00; C22B23/00; H01M6/52; Y02P10/00; Y02P20/10

Inventor(es): DANIEL QUINTERO ALMANZA; ZEFERINO GAMIÑO ARROYO; AGUSTÍN RAMÓN URIBE RAMÍREZ; LORENA EUGENIA SÁNCHEZ CADENA; ALBERTO FLORENTINO AGUILERA ALVARADO; MARÍA ESTELA RODRÍGUEZ GODÍNEZ; MARIO ALBERTO SEGOVIANO BERRIOS

SOLICITUD

Número:
MX/a/2017/006843

Fecha de Presentación:
25 de Mayo de 2017

Hora:
12:56

Vigencia: Veinte años

Fecha de Vencimiento: 25 de mayo de 2037

Fecha de Expedición: 28 de julio de 2022

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción I, 9, 10 y 119 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V inciso a), sub inciso ii), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), sub inciso ii), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º fracción I y antepenúltimo párrafo del Acuerdo Delegatorio de Facultades del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9 fracción I de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento. Su integridad y autoría, se podrá comprobar en www.qob.mx/impj. Asimismo, se emitió conforme lo previsto por los artículos 1º fracción III; 2º fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS BIOTECNOLÓGICA, FARMACÉUTICA Y QUÍMICA

EMELIA HERNÁNDEZ PRIEGO



Cadena Original:
EMELIA HERNANDEZ PRIEGO|00001000000506482277|SERVICIO DE ADMINISTRACION
TRIBUTARIA|56|MX/2022/72236|MX/a/2017/006843|Título de patente normal|1223|GAGV|Pág(s)
1|p9571LJF9fNLkA4n7N5A1YsGiel=

Sello Digital:
nFYHwVFgV4JyVTf6GHlyrZuP266ko/vWEQ3liWbFcvbGmqED4k7uc1EvtHhSVLhjn+fxOrYB21jll42aMHAYg75Q
IFs0RgjfHhn/TGBGH/5RnxVtDrAsShT7fqQMyXQEaE/sa9pvEtrMqPciZOWPHLimZufWUQxDk8Oaq0L9UtlEYjQx1I
UZ4h3V4xspgnTBpr+AO0WeYR7T42XGU+aiUlampXvPPUxy2/lgPgXveYcJErfeYHk81kFWK/exFWBu9FdRlq+hUjn
d1NNoieQyl6vOlqYQp1MG0rqYweDgFDKJQbow85QYiBzmbYUsc5qPC/EKRUT9GtqQN7BbjA==



MX/2022/72236



MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE COBALTO A PARTIR DE BATERÍAS DE TELÉFONOS MÓVILES

OBJETO DE LA INVENCION

5 La invención describe un proceso de recuperación de cobalto a partir de las baterías de teléfonos móviles, se basa en tres etapas la primera consiste en una lixiviación de los materiales constituyentes de las baterías, seguida de una extracción y como última etapa la electrodeposición del cobalto en forma metálica, con la finalidad de resolver un problema de contaminación medioambiental disminuyendo la cantidad del metal en los depósitos
10 sanitarios y recuperar el metal de buen valor agregado.

ANTECEDENTES

En 1977, Reinhardt Hans, propone un método en el que los residuos que contienen cadmio (por ejemplo, chatarra de baterías) se lixivian con una solución acuosa de carbonato amoniacal, se remueven los valores metálicos distintos del cadmio (y cobalto si está presente)
15 por extracción con disolvente y se precipita carbonato de cadmio de la solución restante por expulsión de amoníaco de la solución; la expulsión continua de amoníaco y dióxido de carbono de la solución residual precipita el cobalto como carbonato o hidróxido. Si el cobalto está presente, se oxida preferiblemente en la solución de lixiviación por contacto de aire,
20 antes de la extracción con disolvente. El níquel en la solución de lixiviación se extrae utilizando un reactivo adecuado tal como una hidroxioxima o hidroxiquinolina; el níquel se puede recuperar de la solución orgánica por extracción con ácido sulfúrico. (US4053553 (A)-1977-10-11).

25 En 1998, Watanabe Tsutomu, describe brevemente un método para la recuperar metales valiosos tal como cobalto o níquel a partir de un material activo de un electrodo positivo para baterías secundarias de iones de litio poniendo en contacto un agente extractor con una fase preparada, añadiendo un ácido que contiene al material activo del electrodo positivo. El ácido mineral se pone entonces en contacto con la fase del disolvente orgánico extraído para
30 realizar la separación de extracción inversa. (JPH10237419 (A)-1998-09-08).

- En 1999, Kleinsorgen Klaus se refiere a un procedimiento para recuperar metales de acumuladores de níquel / hidruro gastados, en el que la chatarra se tritura mecánicamente y se divide en una fracción gruesa y una fracción fina. El proceso comprende las etapas de digerir y disolver la fracción fina con una mezcla de ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno, realizando una doble precipitación con sulfato de tierras raras elevando el pH, realizando una precipitación del hierro y del aluminio, se menciona que realizando una extracción con disolventes se puede separar níquel y cobalto que permanecen en la fase acuosa. (US5858061 (A)-1999-01-12).
- 10 En 2003, Lee Churl Kyoung, proporciona un aparato y un procedimiento para recuperar óxido de cobalto-litio a partir de baterías de litio gastadas. El método consiste en separar los cátodos de las baterías por desmantelamiento; producir óxido de cobalto litio haciendo reaccionar los cátodos con una solución alcalina fuerte bajo una cierta condición hidrotérmica; enfriar el óxido de cobalto litio para cristalizar; y limpiar el óxido de cobalto litio sintetizado para eliminar impurezas. El aparato para recuperar óxido de cobalto litio comprende un cuerpo principal de reactor que tiene una tapa selladora en la sección superior y un agitador; un recipiente de reacción exterior instalado dentro del cuerpo principal del reactor; y un recipiente de reacción interior instalado dentro del recipiente de reacción exterior. (US2003222020 (A1)-2003-12-04).
- 20 En el 2004, Matsumoto Kazuyuki, proporciona un método de recuperación de cobalto mediante el cual se logran tanto una alta recuperación de cobalto como una alta eliminación eficiente de impurezas y el costo se reduce utilizando un producto químico de uso general o similar en la recuperación de cobalto a partir de un residuo de batería secundaria de litio, que contiene cobalto con al menos un tipo de impurezas de aluminio y hierro. La recuperación de cobalto se lleva a cabo eficientemente por oxidación de la solución con la adición de peróxido de hidrógeno, ajustando el pH a 4,0-5,5 la fase sólida de la solución obtenida con la adición de hidróxido de sodio, calentando a 30-90°C entre 120-480 minutos y separando al sólido del líquido. (JP2004182533 (A)-2004-07-02).
- 25

En 2007, Toki Norihisa, proporciona un método para separar y recuperar metales valiosos como litio, níquel y cobalto de una batería de iones de litio usada sin llevar a cabo tratamiento en seco tal como calentamiento e incineración; provisto de un proceso de desmantelamiento de la batería de iones de litio, un proceso de limpieza de la batería desmontada con alcohol o agua, un proceso de desprendimiento de material activo de inmersión del electrodo positivo; un proceso de lixiviación del material con una solución ácida, eliminación de aluminio y cobre del líquido lixiviado por neutralización, a continuación, un proceso de recuperación de níquel y cobalto del líquido lixiviado por neutralización, a continuación, un proceso de recuperación de litio residual en la solución acuosa como un sólido de un carbonato de litio después de concentrarlo por extracción con disolvente y extracción inversa. (JP2007122885 (A)-2007-05-17).

En 2009 Zhangdong Li describe un método para recuperar y preparar óxido de cobalto de litio a partir de baterías de ion de litio de desecho. El método se caracteriza por desmontar las baterías y retirar las carcasas para seleccionar el ánodo constituido de óxido de litio cobalto; se trituran y tamizan; en un horno de resistencia a temperatura constante, el aglutinante y el agente conductor negro de acetileno en el tamiz se eliminan a alta temperatura, se adopta hidróxido sódico para eliminar el aluminio y se realizan filtrado, lavado y secado para obtener óxido de cobalto de litio inactivo que contiene poca impureza ; el contenido de litio y cobalto se detecta en el litio inactivo, entonces el carbonato de litio con proporción apropiada se mezcla en, por último, el material de batería de óxido de cobalto de litio activo se sintetiza por aglomeración a alta temperatura en un horno de mufla. (CN101383442 (A)-2009-03-11).

En 2009, Francis Boyd Ramon, propone un procedimiento para la recuperación de níquel y cobalto a partir de menas lateríticas, comenzando con la tostación de la mena de alimentación en una atmósfera reductora en un horno rotatorio para reducir selectivamente el níquel y el cobalto, en el que se añade menos de 2.5% p/p de agente reductor antes de la tostación; la lixiviación de la mena reducida con una solución de carbonato amoniacal aireada para extraer el níquel y el cobalto; y la recuperación del níquel y el cobalto mediante un procedimiento

apropiado de entre extracción por solvente amoniacal, técnicas de precipitación o intercambio de iones. (ES2311797 (T3)-2009-02-16).

En 2010 Li Li refiere un procedimiento para recuperar y preparar óxido de cobalto de litio mediante el uso de una batería de litio en desuso, el método comprende las etapas de: 5 descarga, desmontaje y molienda, para obtener el material LiCoO_2 ; seguido de la adición de ácido orgánico natural y peróxido de hidrógeno para obtener una solución de iones de litio y cobalto; se añade sal de litio o sal de cobalto después de filtrar y luego calentar con baño de agua; añadir gota a gota agua amoniacal en la solución para preparar un xerogel; por 10 último, se realiza la combustión secundaria para obtener un material de electrodo de óxido de cobalto de litio. (CN101673859 (A) — 2010-03-17).

En 2010 Wei Ma describe un método para separar y recuperar litio y cobalto de una batería de teléfono móvil de ion de litio. El método se caracteriza porque los iones de cobalto en una 15 solución de acidólisis de una batería de iones de litio se depositan con un álcali para obtener hidróxido de cobalto, y el hidróxido de cobalto reacciona con ácido acético para generar acetato de cobalto; el litio, el magnesio y el manganeso son lavados con ácido para ser utilizados como un agente adsorbente de iones de litio y se combinan con un componente de membrana de ultrafiltración sumergida, el filtrado que deposita cobalto se incrusta en un 20 espacio de una red cristalina de tamiz iónico para eluir iones de litio. (CN101654741 (A)-2010-02-24).

En 2011 Dahui Wang propone un método para preparar permanganato de potasio y recuperar cobalto y litio a partir de baterías agotadas, que comprende las etapas de: desmontar residuos 25 de baterías de zinc-manganeso y pilas alcalinas para obtener materiales de ánodo; triturar los materiales del ánodo para preparar manganato de potasio con solución de hidróxido de potasio por tostación; filtrar el manganato de potasio con solución alcalina; introducir el polvo de LiCoO_2 obtenido en las baterías en la solución a cierta temperatura para reaccionar con ácido clorhídrico para generar gas; después de terminar la reacción, efectuar la 30 cristalización y recristalización, añadir cloruro de manganeso en las aguas madres para

obtener dióxido de manganeso y realizar la evaporación y cristalización después de la precipitación con manganeso para obtener cloruro de potasio; y después de terminar la reacción del LiCoO_2 y el ácido clorhídrico, llevando a cabo la precipitación con cobalto y la precipitación con litio sobre la solución para obtener oxalato cobalto y carbonato de litio.

5 (CN102030373 (A)-2011-04-27).

En 2013 Poe Sarah L. propone un método para la recuperación directa de óxido de cobalto de litio a partir de baterías de iones de litio agotadas, que incluye una etapa de flotación de espuma utilizando disolventes renovables y biodegradables tales como terpenos y terpenos hidratados. El método también puede incluir un paso de adición de litio para devolver la proporción de Li: Co a aproximadamente 1: 1 para su uso en aplicaciones de segunda vida.

10

(TW201306358 (A)-2013-02-01).

En 2016, Wang Wen-Yu, describe un método relacionado con la recuperación de los materiales anódicos (cobalto, manganeso, níquel y litio) de la batería de iones de litio gastada. Se describe una mezcla de ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno y un dispositivo de ondas ultrasónicas para ayudar al proceso de recuperación de metal. (TW201611879 (A) — 2016-04-01).

15

En 2016, Fan Xuanmin describe un método para disolver los desechos de electrodos positivos de baterías de iones de litio. Se usa ácido málico, como disolvente para el material de electrodo de litio y el establecimiento de diversos parámetros durante el proceso de disolución. (CN105481023 (A)-2016-04-13).

20

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 ilustra el sistema utilizado para la lixiviación del material de desecho de las baterías de teléfonos móviles, con un matraz de dos bocas, con un sistema refrigerante y un termómetro, montado en una parrilla de calentamiento, en un baño de agua y que tiene agitador un magnético.

25

La Figura 2 muestra el equipo utilizado en la segunda etapa del proceso, un mezclador sedimentador, donde se ponen en contacto la fase acuosa que contiene al cobalto y la fase orgánica que contiene al agente extractante, posteriormente se separan las fases por gravedad y se obtienen el extracto y el refinado.

- 5 La Figura 3 se muestra el sistema utilizado en la tercera etapa, con la aplicación de corriente directa suministrada por una fuente de poder, sobre un circuito de un cátodo de fierro y un ánodo de acero inoxidable y se cierra el circuito con la solución acuosa producto de la desextracción, que se encuentra en calentamiento y con agitación.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En esta invención se protege el método de recuperación de cobalto a partir de las baterías de teléfonos móviles el cual consiste en:

- a) Obtención de la materia prima que contiene el cobalto en forma de óxido (LiCoO_2);
- 15 b) Posteriormente se lleva a cabo la etapa de lixiviación ácida del material (LiCoO_2) en una solución diluida de ácido sulfúrico de entre 1 y 3 mol/L con un contenido de peróxido de hidrógeno entre un rango de 10 y 30% v/v en calentamiento a una temperatura de entre 50 y 90°C y un tiempo de entre 2 y 4 horas, con agitación constante de entre 300 y 700 rpm;
- 20 c) Luego el producto obtenido de la etapa anterior se filtra con un filtro de cristal y papel filtro cuantitativo (sin cenizas) con retención de 1.5 $\mu\text{m}/100\text{ mL}$ y una velocidad de filtración de 4 mL/min;
- d) Posteriormente al filtrado obtenido de la etapa anterior (Fase Acuosa, FA) se le aplica una extracción líquido-líquido a temperatura de 23°C a un pH de entre 4 y
- 25 7, con el extractante Cyanex 272 (Fase Orgánica, FO);
- e) Luego de la etapa anterior se lleva a cabo la desextracción con ácido sulfúrico en concentraciones de entre 1 y 3 mol/L;
- f) Posteriormente realiza la electrodeposición de los iones de cobalto que están en la solución acuosa en un sistema como el mostrado en la figura 3, para ello, se
- 30 requiere una fuente de poder regulada de 0 a 15 Vcc y de 0 a 30 A (10), para



suministrar corriente directa, con el uso de un electrodo de fierro (cátodo) (11) y un electrodo de acero inoxidable (ánodo) (12), con agitación de entre 300 y 700 rpm y temperatura controlada de entre 50 y 70 °C.

- 5 La primera etapa del método, consiste en la obtención de la materia prima, que es el material que contiene al cobalto y que a su vez está contenido en la estructura de las baterías de teléfonos celulares, de tipo ion litio.

10 El procedimiento propuesto para dismantelar las baterías es iniciar retirando las tapas plásticas inferior y superior, así como la envoltura plástica que cubre a la batería, después, realizar un corte transversal a la batería por el extremo superior y retirar la envoltura metálica que cubre a la batería, una vez obtenido el rollo interior de la batería, compuesto de varias capas de láminas, separar las láminas de aluminio y cobre.

- 15 Para la obtención del óxido compuesto de litio y cobalto (LiCoO_2), que es el mineral de interés, se raspan las láminas de aluminio y cobre, que son los electrodos de las baterías y que lo tienen impregnado.

20 La siguiente etapa del proceso es la lixiviación ácida del material (LiCoO_2), para lo cual se prepara una solución diluida de ácido sulfúrico en un rango de concentraciones de 1 y 3 mol/L con un bajo porcentaje en volumen de peróxido de hidrógeno entre 10 y 30 % v/v.

25 Se arma un sistema para llevar a cabo la lixiviación como el mostrado en la figura 1, en un matraz de 2 bocas (1), a temperatura de entre 50 y 90°C con baño de agua (2) y a reflujo con agua de enfriamiento haciendo uso de un dispositivo refrigerante (3).

30 Una vez que transcurre el tiempo de lixiviación de entre 2 y 4 horas, se realiza el filtrado del producto de la lixiviación, con un filtro de cristal y papel filtro cuantitativo (sin cenizas) con retención de 1.5 μm /100 mL y una velocidad de filtración de 4 mL/min, con el fin de obtener el licor rico en cobalto en fase acuosa (FA), sin sólidos.

8

La cuantificación de cobalto presente en la solución acuosa, se realiza mediante la técnica espectroscopia de absorción atómica (EAA) en un equipo AAnalyst 200 de Perkin Elmer, en diluciones apropiadas para entrar en el rango de la curva de calibración y mantener la linealidad y la exactitud en la lectura.

5

Para la etapa de extracción líquido-líquido, es necesario preparar la fase orgánica (FO), el extractante Cyanex 272 se diluye en queroseno con una concentración de entre 0.1 y 0.7 mol/L. Para la operación en continuo, se prepara el mismo volumen de la fase orgánica que el volumen de la fase acuosa (FA) que se va a procesar, es decir, una relación de fases (FA/FO=1). El pH de la extracción de entre 4 y 7, es ajustado por la adición de algunos reactivos concentrados, por ejemplo, hidróxido de sodio o hidróxido de amonio de concentraciones de entre 3 y 5 mol/L, y es monitoreado con un potenciómetro. Se realiza la extracción en continuo en un sistema tipo mezclador sedimentador descrito en la figura 2, alimentando ambas fases por medio de bombas peristálticas de cabezal, con capacidad de flujo de entre 2.1 y 560 mL/min, la FA se alimenta por la entrada superior (4), mientras que la FO se alimenta por la entrada inferior (5), ubicadas a un costado de la parte correspondiente al mezclador (6), que cuenta con un agitador magnético, con una velocidad de agitación de entre 300 y 700 rpm.

20 Cada uno de los mezcladores sedimentadores fueron construidos en material acrílico de 6 mm de espesor y con unas dimensiones rectangulares.

En el mezclador se ponen en contacto las dos fases para pasar posteriormente al sedimentador (7) donde dichas fases se separan por gravedad. La FO cargada con el cobalto extraído (Extracto) fluye por la salida superior (8) y la FA ya procesada (Refinado) por la salida inferior (9), ubicadas a un costado de la sección del sedimentador.

El Extracto, se pasa a la etapa de desextracción, para la cual se necesita preparar la solución de fase acuosa de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a baja concentración de entre 1 y 3 mol/L, como agente desextractante. Se emplea una relación de fases (FO/FA=1), y se hace la operación en

30

continúo, de la misma manera que la etapa de extracción en el equipo mezclador sedimentador (FO contiene al extracto y FA es el ácido sulfúrico).

5 La fase acuosa resultante de esta operación, es la que contiene el cobalto extraído, la selectividad del proceso de extracción líquido-líquido, garantiza que en la solución producto de la desextracción, el único metal presente es el cobalto.

10 Para finalizar el proceso de recuperación de cobalto metálico, se hace la electrodeposición de los iones de cobalto que están en la solución acuosa en un sistema como el mostrado en la figura 3, para ello, se requiere una fuente de poder regulada de 0 a 15 Vcc y de 0 a 30 A (10), para suministrar corriente directa, con el uso de un electrodo de fierro (cátodo) (11) y un electrodo de acero inoxidable (ánodo) (12) , con agitación de entre 300 y 700 rpm y temperatura controlada de entre 50 y 70 °C. El cobalto metálico se deposita en el ánodo, y posteriormente se retira con ayuda de una espátula, siendo este el producto final del proceso
15 completo.

EJEMPLOS

20 Se desmantela una batería de teléfono celular de tipo ion litio, retirando los componentes exteriores, tales como las tapas plásticas, la envoltura y la carcasa metálica. Se retiran los electrodos metálicos de aluminio y cobre, y se raspan para obtener el óxido de cobalto litio. Se lixivia el óxido en una solución de ácido sulfúrico en concentración de 2 mol/L, con un contenido de peróxido de hidrogeno de 20% v/v, en calentamiento a una temperatura de 80°C, con agitación constante de 700 rpm.

25 Para la etapa de extracción se introducen 100 mL de solución acuosa proveniente de la lixiviación que contiene una concentración de cobalto 9g/L, el proceso se realiza a temperatura de 23°C y a un pH de 6, el flujo de operación en esta primera etapa es de 6 mL/min en la entrada de la primera sección del mezclador la cual tarda 10 minutos en salir de esta, hacia la sección del sedimentador, el flujo se regula a la salida con una válvula a
30 igual valor que en la entrada, de igual manera se opera la fase orgánica de extractante Cyanex

en concentración de 0.4 mol/L diluido en queroseno. La solución acuosa se recupera al final del proceso de separación se analiza en un equipo de absorción atómica obteniendo un porcentaje de recuperación de cobalto mayor a 95%.

- 5 Para la etapa de desextracción se introducen 100 mL de solución orgánica proveniente de la extracción que contiene una concentración de cobalto entre 9 g/L, el proceso se realiza a temperatura de 23°C, el flujo de operación en esta etapa es de 15 mL/min en la a entrada de la primera sección del mezclador la cual tarda 4 minutos en salir de esta, hacia la sección del sedimentador, el flujo se regula a la salida con una válvula a igual valor que en la entrada, de
- 10 igual manera se opera la fase acuosa de ácido sulfúrico como desextractante en concentración de 1 mol/L. La solución acuosa se recupera al final del proceso se analiza en un equipo de absorción atómica obteniendo un porcentaje de rendimiento mayor a 95%.

- 15 En la etapa de electrodeposición del cobalto, se procesan 100 mL de solución proveniente de la desextracción, en una cuba que se encuentra en calentamiento a una temperatura de 55°C, con agitación constante de 700 rpm, se introducen electrodos de fierro (cátodo) y acero inoxidable (ánodo) y se hace pasar 1 A de corriente directa, correspondiente a 12 V.

- 20 El cobalto metálico, que es el producto del proceso, se obtiene al retirarlo del ánodo, teniendo una alta pureza, superior al 95%.

REIVINDICACIONES

1. Método de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles que consiste en las siguientes etapas:

- 5 a. Obtención de la materia prima que contiene el cobalto en forma de óxido (LiCoO₂);
- 10 b. Posteriormente se lleva a cabo la etapa de lixiviación ácida del material (LiCoO₂) en una solución diluida de ácido sulfúrico de entre 1 y 3 mol/L con un contenido de peróxido de hidrógeno entre un rango de 10 y 30% v/v en calentamiento a una temperatura de entre 50 y 90°C y un tiempo de entre 2 y 4 horas, con agitación constante de entre 300 y 700 rpm;
- 15 c. Luego el producto obtenido de la etapa anterior se filtra con un filtro de cristal y papel filtro cuantitativo (sin cenizas) con retención de 1.5 µm/100 mL y una velocidad de filtración de 4 mL/min
- d. Posteriormente al filtrado obtenido de la etapa anterior (Fase Acuosa, FA) se le aplica una extracción líquido-líquido a temperatura de 23°C a un pH de entre 4 y 7, con el extractante Cyanex 272 (Fase Orgánica, FO)
- 20 e. Luego de la etapa anterior se lleva a cabo la desextracción con ácido sulfúrico en concentraciones de entre 1 y 3 mol/L
- f. Posteriormente se realiza la electrodeposición de los iones de cobalto que están en la solución acuosa, para ello, se requiere una fuente de poder regulada de 0 a 15 Vcc y de 0 a 30 A (10), para suministrar corriente directa, con el uso de un electrodo de fierro (cátodo) (11) y un electrodo de acero inoxidable (ánodo), con agitación de entre 300 y 700 rpm y temperatura controlada de entre 50 y 70°C.

25

2. El método de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles descrito en la reivindicación 1, caracterizado porque el extractante Cyanex 272 se diluye en queroseno con una concentración de entre 0.1 y 0.7 mol/L.

3. El método de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles descrito en la reivindicación 1, caracterizado porque la extracción líquido-líquido se lleva a cabo en continuo y una relación de FA/FO = 1.
- 5 4. El método de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles descrito en la reivindicación 1, caracterizado porque el pH de la extracción líquido-líquido se ajusta con hidróxido de sodio o hidróxido de amonio de concentraciones de entre 3 y 5 mol/L.
- 10 5. El método de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles descrito en las reivindicaciones 1 y 4, en donde la extracción líquido- líquido en continuo se lleva a cabo en un sistema tipo mezclador sedimentador, alimentando ambas fases por medio de bombas peristálticas de cabezal, con capacidad de flujo de entre 2.1 y 560 mL/min, la FA se alimenta por la entrada superior (4) , mientras que la FO se alimenta por la entrada inferior(5), ubicadas a un costado de la parte correspondiente al mezclador(6) con una velocidad de agitación de
15 entre 300 y 700 rpm.
- 20 6. El método de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles descrito en las reivindicaciones 1, 4 y 5, caracterizado porque en el mezclador se ponen en contacto las dos fases para pasar posteriormente al sedimentador donde dichas fases se separan por gravedad. La FO cargada con el cobalto extraído (Extracto) fluye por la salida superior (8) y la FA ya procesada (Refinado) por la salida inferior (9), ubicadas a un costado de la sección del sedimentador.
- 25 7. El método de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles descrito en la reivindicación 1, en donde en la etapa de desextracción se emplea una relación de fases (FO/FA = 1), y se hace la operación en continuo en un sistema tipo mezclador sedimentador.
- 30 8. El método de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles descrito en las reivindicaciones 1 y 7, caracterizado porque la fase acuosa resultante de la etapa de desextracción, es la que contendrá al cobalto extraído, la selectividad del proceso de

extracción líquido-líquido, garantiza que en la solución producto de la desextracción, el único metal presente es el cobalto.

- 5 9. El método de recuperación de Cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles descrito en las reivindicaciones 1- 8, caracterizado porque el cobalto metálico se obtiene al retirarlo del ánodo, teniendo una alta pureza, superior al 95%.

RESUMEN

La presente invención está relacionada con el reciclaje del cobalto, metal con mayor presencia en la composición de las baterías de teléfonos móviles (tipo ion litio); perteneciente al campo técnico de recuperación de recursos naturales; específicamente se relaciona con un proceso particular de técnicas de separación que contribuyen a su recuperación, basado en tres etapas principales, una lixiviación ácida de los materiales, una separación selectiva extracción/desextracción líquido-líquido, y la electrodeposición de los iones de cobalto para su obtención en forma metálica.

FIGURAS

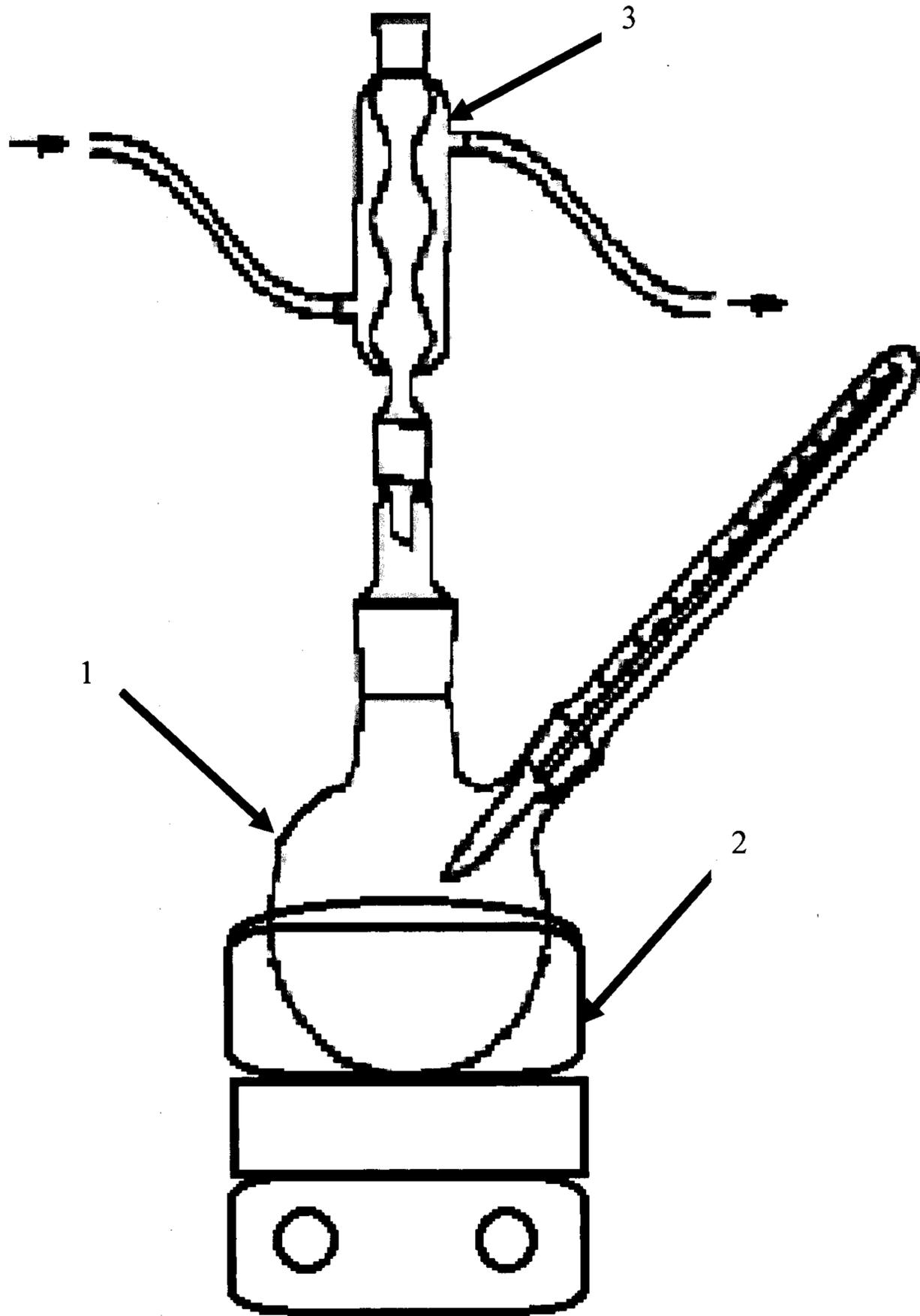


Figura 1

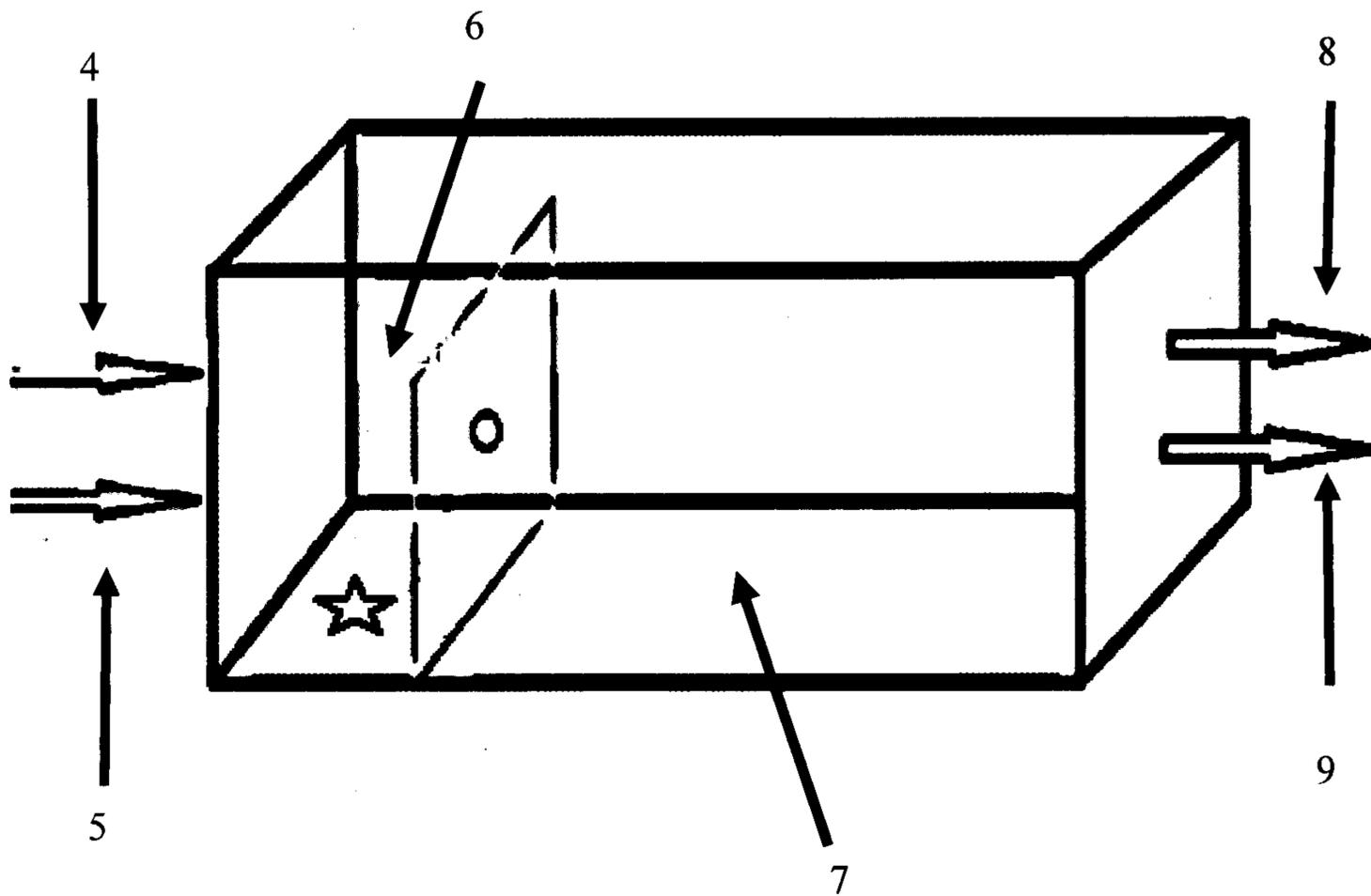


Figura 2

3 / 3

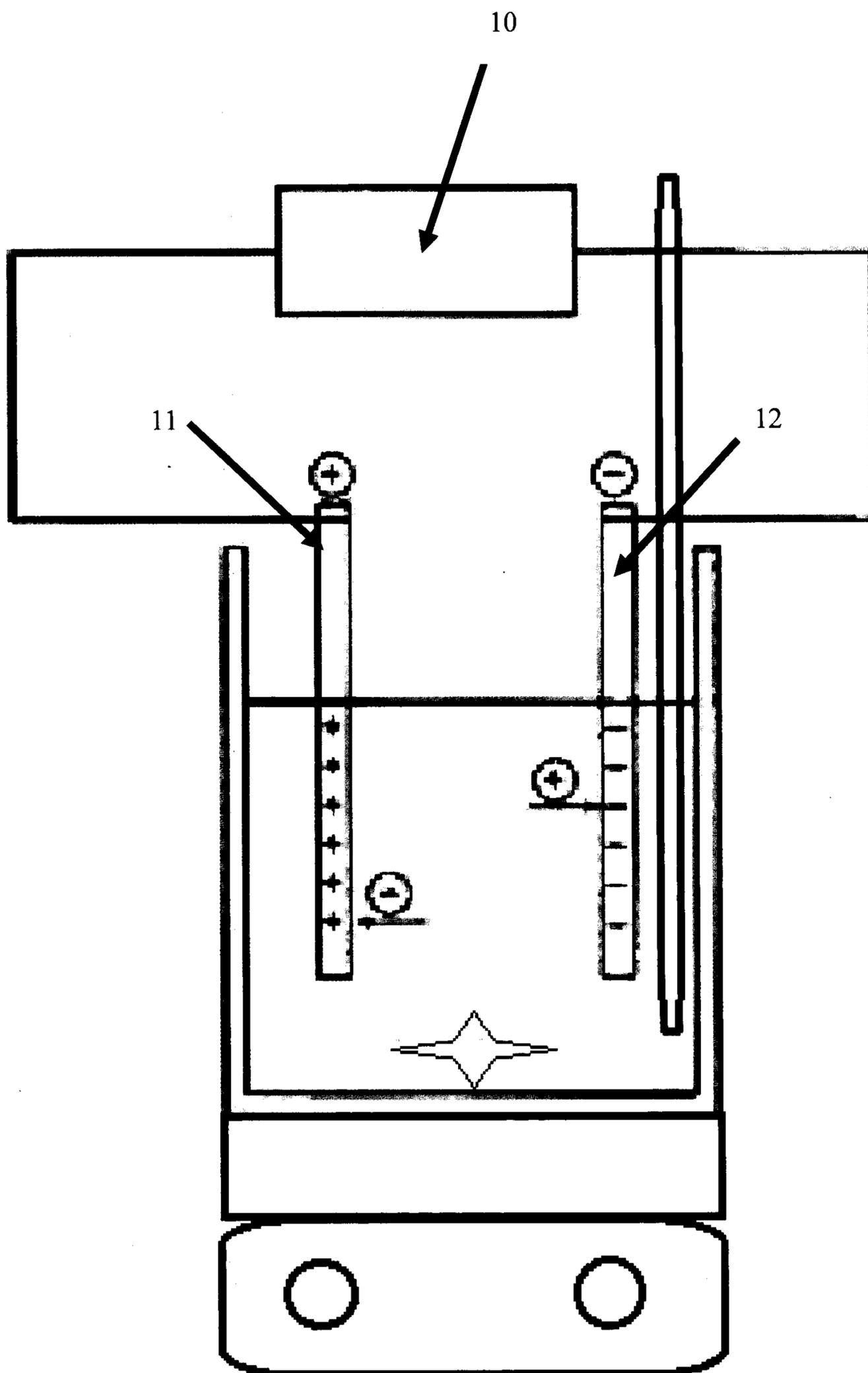


Figura 3