

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 090**

51 Int. Cl.:

H01M 10/54 (2006.01)

C10B 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2021** **PCT/CN2021/090327**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2021** **WO21249051**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2021** **E 21821476 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024** **EP 4156377**

54 Título: **Método de craqueo anaeróbico para una batería de potencia**

30 Prioridad:

09.06.2020 CN 202010518461

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YU, HAIJUN;
PENG, TING;
XIE, YINGHAO y
ZHANG, XUEMEI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 993 090 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 de craqueo anaeróbico para una batería de potencia

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo técnico de las baterías de iones de litio y, más particularmente, a un método de craqueo anaeróbico para una batería de potencia.

Antecedentes

10 Hoy en día, con el enorme crecimiento de las baterías de potencia retiradas, el reciclaje a gran escala de componentes completos de las baterías de potencia retiradas es extremadamente urgente. Sin embargo, el tratamiento inocuo de tres materias orgánicas típicas en las baterías de potencia retiradas siempre ha afectado a la eficacia del reciclaje de metales de componentes completos. Actualmente, la producción más limpia y la protección ambiental secundaria en la industria del reciclaje se ven seriamente afectadas en todo el mundo, especialmente, es difícil que los métodos tradicionales de incineración y pirólisis cumplan los estándares ambientales de producción más limpia y emisión ultrabaja, lo que es un problema clave común en la industria del reciclaje de baterías.

15 En los últimos años, se han desarrollado rápidamente vehículos de nueva energía de China. La producción anual de los vehículos de nueva energía excederá dos millones en 2020, y el volumen acumulativo de producción y venta excederá cinco millones. Con el aumento de los tiempos de uso diarios y los períodos de vida útil de los vehículos, diversas propiedades de las baterías de potencia de los vehículos de nueva energía disminuyen día a día. Según las especificaciones de las baterías internacionalmente generales, para garantizar la seguridad de conducción diaria de los vehículos, cuando las propiedades de un paquete de baterías de potencia disminuyen hasta el 80% de las de la batería de potencia original, el paquete de baterías de potencia tiene que ser retirado y sustituido. Sin embargo, las baterías retiradas deben reciclarse para valorizarlas mejor.

20 Existen muchas materias orgánicas en las baterías de potencia retiradas. Con el aumento del número de baterías de potencia retiradas, las materias orgánicas en las baterías de potencia retiradas no se desechan adecuadamente ni se utilizan al valor máximo, dando como resultado contaminación ambiental irreversible. En cuanto a la incineración y pirólisis tradicionales, el calor residual de la incineración puede utilizarse en tecnologías de incineración tradicionales para generar electricidad, pero el tratamiento inadecuado del gas residual después de la incineración provocará una gran contaminación del aire y el suelo. Tanto el gas residual como el hollín después de la incineración contienen sustancias tóxicas, que necesitan un tratamiento especial antes de ser descargadas, dando como resultado un alto coste de tratamiento y un alto coste de inversión. La pirólisis ordinaria no lleva a cabo el control del gradiente de temperatura, y las sustancias valiosas producidas en el procedimiento de pirólisis de materias orgánicas no pueden clasificarse y recuperarse. Mientras tanto, debido a que el control de temperatura no se puede llevar a cabo según las propiedades de temperatura de las materias orgánicas, el tiempo de pirólisis aumenta y el consumo de energía aumenta, lo que no conduce al ahorro de costes.

35 El craqueo tradicional de materiales poliméricos orgánicos es precalentar plásticos residuales hasta un estado fundido y eliminar el HCl generado durante el procedimiento de precalentamiento con cal, tal como "Waste Plastics Cracking Refining Process and Equipment" (CN201610156147.9). Sin embargo, este método de reciclaje tradicional no puede reciclar eficazmente un separador de plástico de la batería de iones de litio, y las otras partes de la batería no se reciclan completamente, lo que da como resultado un desperdicio de recursos, y esta tecnología es relativamente atrasada. El documento CN 110 783 658 A divulga otro procedimiento según la técnica anterior para el craqueo anaeróbico de una batería de potencia.

Compendio

45 El objetivo de la presente invención es proporcionar un método de craqueo anaeróbico para una batería de potencia. Según el método, un separador residual de la batería de litio se degrada por craqueo catalítico anaeróbico, lo que consigue una degradación eficaz, y los productos son materias orgánicas de molécula pequeña C1-C4 y C5-C10 con valores de utilización industrial.

Para cumplir el objetivo anterior, la presente invención emplea las siguientes soluciones técnicas.

Un método de craqueo anaeróbico para una batería de potencia incluye las siguientes etapas de:

- (1) desmontar una batería de potencia residual para obtener una célula de batería y una carcasa metálica, respectivamente;
- 50 (2) retirar un separador de la célula de batería y lavar para su uso posterior, y pirolizar la célula de batería restante para obtener polvo de electrodo;
- (3) extraer los elementos níquel, cobalto y manganeso del polvo de electrodo usando una solución de extracción, filtrar, retirar el filtrado, ajustar el filtrado usando una solución de níquel, una solución de cobalto y una solución de manganeso para obtener una solución A, añadir gota a gota la solución A a agua amoniacal para agitación,

- añadir líquido alcalino y agitar para obtener una solución B;
- (4) permitir que la solución B se someta a una reacción hidrotérmica, filtrar, cocer y tostar la solución B para obtener un catalizador $\text{Ni}^{2+}_{1-x-y}\text{Co}^{2+x}\text{Mn}^{2+y}\text{O}$;
- 5 (5) infiltrar el separador de la etapa (2) con un disolvente, llevar a cabo un tratamiento al vacío sobre el separador, y a continuación triturar y moler el separador para obtener polvo; y
- (6) mezclar el polvo con el catalizador de la etapa (4) para una reacción para obtener materias orgánicas de molécula pequeña C1-C4 y C5-C10; teniendo el catalizador de la etapa (4) una fórmula química de $\text{Ni}^{2+}_{1-x-y}\text{Co}^{2+x}\text{Mn}^{2+y}\text{O}$, donde $0,25 \leq x < 0,45$ y $0,25 \leq y < 0,45$.
- 10 Preferiblemente, la pirólisis de la etapa (2) se lleva a cabo a una temperatura de 400°C a 600°C en un ambiente de vacío y dura de 2 horas a 8 horas.
- La solución de extracción de la etapa (3) es una de una solución mixta de ácido nítrico y oxidante o ácido clorhídrico.
- Más preferiblemente, el oxidante es al menos uno de peróxido de hidrógeno, peróxido de potasio, hipoclorito de sodio o hipoclorito de potasio.
- 15 Más preferiblemente, la relación en masa de la solución mixta al ácido clorhídrico y el agua en la solución de extracción es de (1 a 3):(1 a 3):1.
- Preferiblemente, la relación en masa del polvo de electrodo a la solución de extracción de la etapa (3) es de 1:1 a 3.
- Preferiblemente, los contenidos de níquel, cobalto y manganeso se miden antes del procedimiento de ajuste del filtrado de la etapa (3).
- 20 Más preferiblemente, se usa uno de un método gravimétrico de dimetilglioxima, un método de titulación potenciométrica o un método de titulación con EDTA como método de titulación para determinar los contenidos de níquel, cobalto y manganeso.
- Preferiblemente, la solución de níquel, la solución de cobalto y la solución de manganeso de la etapa (3) son al menos uno de nitratos, hidroccloruros o sulfatos de níquel, cobalto y manganeso.
- 25 Preferiblemente, la relación molar del níquel al cobalto y el manganeso en la solución A de la etapa (3) es 1:(0,5 a 3):(0,5 a 3).
- Preferiblemente, la concentración total de los tres elementos, incluyendo níquel, cobalto y manganeso, en la solución A de la etapa (3) varía de 2 mol/l a 6 mol/l.
- Preferiblemente, la relación en volumen de la solución A al agua amoniacal de la etapa (3) es 1:(3 a 7).
- Preferiblemente, la concentración del agua amoniacal está en el intervalo de 0,2 mol/l a 0,8 mol/l.
- 30 Preferiblemente, el líquido alcalino de la etapa (3) es NaOH; y la concentración del NaOH varía de 2 mol/l a 6 mol/l.
- Preferiblemente, la reacción hidrotérmica de la etapa (4) se lleva a cabo a una temperatura de 100°C a 150°C y dura de 2 horas a 6 horas.
- Preferiblemente, el secado de la etapa (4) se lleva a cabo a una temperatura de 60°C a 80°C, y dura de 4 horas a 24 horas.
- 35 Preferiblemente, la tostadura de la etapa (4) se lleva a cabo a una temperatura de 450°C a 500°C en una atmosfera de nitrógeno y dura de 1 hora a 2 horas.
- Preferiblemente, la relación en masa del separador al disolvente de la etapa (5) es 1:(0,4 a 0,8).
- Preferiblemente, el disolvente de la etapa (5) es acetato de amilo.
- 40 Preferiblemente, la infiltración de la etapa (5) se lleva a cabo a una temperatura de 70°C a 80°C y dura de 12 horas a 24 horas.
- Preferiblemente, el tratamiento al vacío de la etapa (5) se lleva a cabo a una temperatura de 80°C a 120°C y dura de 30 minutos a 120 minutos.
- Preferiblemente, la relación en masa del polvo al catalizador de la etapa (6) es 1:(200 a 240).
- 45 Preferiblemente, la reacción de la etapa (6) se lleva a cabo a una temperatura de 400°C a 700°C y dura de 4 horas a 8 horas.

Las materias orgánicas de molécula pequeña C1-C4 y C5-C10 de la etapa (6) son hidrocarburos saturados o insaturados con una cadena de carbonos de 1 carbono a 10 carbonos.

5 Más preferiblemente, las materias orgánicas de molécula pequeña C1-C4 y C5-C10 son hidrocarburos gaseosos tales como metano, etano, etileno, propileno y buteno o hidrocarburos líquidos tales como pentano, penteno, etano y hexeno.

Preferiblemente, después de la reacción de la etapa (3), el catalizador se piroliza después de la reacción, se extrae con una solución de extracción y se recicla.

Más preferiblemente, la solución de extracción es una de una solución mixta de ácido nítrico y oxidante o ácido clorhídrico.

10 Más preferiblemente, el oxidante es al menos uno de peróxido de hidrógeno, peróxido de potasio, hipoclorito de sodio o hipoclorito de potasio.

Más preferiblemente, la relación en masa de la solución mixta al ácido clorhídrico y el agua en la solución de extracción es (1 a 3):(1 a 3):1.

Efectos beneficiosos

15 1. Según el método, el separador residual de la batería de litio se degrada mediante craqueo catalítico anaeróbico, lo que produce una degradación eficaz, y los productos eran materias orgánicas de molécula pequeña y tienen valores de utilización industrial. Además, se evitaba eficazmente la contaminación ambiental provocada por el separador de la batería de litio residual, y solo se consumía nitrógeno en el proceso de degradación catalítica, que no provoca contaminación ambiental. Un separador simplemente recuperado puede ser una mezcla de diversos polímeros de alto peso molecular, que puede dañarse y tiene un bajo valor de recuperación. Sin embargo, el separador de la presente invención después de la degradación puede usarse como gas combustible para servir, por un lado, como fuente de energía y, por otro lado, puede servir como materia prima industrial.

25 2. En el procedimiento de la presente invención se usa acetato de amilo como disolvente, que destruye la resistencia mecánica de un polímero lineal y aumenta la fragilidad del polímero por hinchamiento, de modo que el polímero puede triturarse y molerse fácilmente a un estado en polvo con granularidad más pequeña. Esto hace que los reaccionantes entren mejor en contacto con el catalizador, de modo que el efecto catalítico sea mejor. Por otra parte, la fuerza de unión entre moléculas puede destruirse por hinchamiento, de modo que las moléculas son más fáciles de activar por adsorción de catalizador.

30 3. En la presente invención, el catalizador se prepara usando los materiales del cátodo de la batería residual como materia prima, y a continuación el catalizador se usa para catalizar la degradación del separador, y el catalizador todavía puede reciclarse de nuevo para catálisis.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un gráfico de SEM de un catalizador preparado en la realización 2;

35 la FIG. 2 es un gráfico comparativo de los rendimientos de materias orgánicas de molécula pequeña preparadas en la realización 2 y el Ejemplo Comparativo 1; y

la FIG. 3 es un gráfico de detección cromatográfica de gases de las materias orgánicas de molécula pequeña preparadas en la realización 2.

Descripción detallada

40 Con el fin de hacer más claras para los expertos en la técnica las soluciones técnicas de la presente invención, se enumeran las siguientes realizaciones para explicación. Debe observarse que las siguientes realizaciones no limitan el alcance de protección reivindicado por la presente invención.

A menos que se especifique lo contrario, las materias primas, reactivos o dispositivos usados en las siguientes realizaciones pueden obtenerse de fuentes comerciales convencionales o mediante métodos conocidos existentes.

Realización 1

45 Un método de craqueo anaeróbico para una batería de potencia según esta realización incluía las siguientes etapas de:

(1) descargar y desmontar una batería de potencia residual para obtener a su vez una célula de batería y una carcasa metálica, respectivamente;

50 (2) retirar un separador de la célula de batería y lavar con agua desionizada hasta que no sean visibles adherencias a simple vista, y pirolizar la célula eléctrica restante durante 4 horas a 500°C en una atmósfera de vacío para obtener polvo de electrodo;

(3) extraer los elementos níquel, cobalto y manganeso del polvo de electrodo usando una solución de extracción, (la relación molar de agua a ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno era 1:1:1) según una relación sólido-líquido de 1:3, recuperar directamente un colector de corriente, filtrar y eliminar residuos del filtro, y medir respectivamente el contenido del níquel, el cobalto y el manganeso en el filtrado mediante un método gravimétrico de dimetilglioxima, un método de titulación potenciométrica y un método de titulación con EDTA, ajustar la relación molar del níquel al cobalto y el manganeso en 10 ml de filtrado hasta 1:0,5:0,5 con una solución de níquel, una solución de cobalto y una solución de manganeso (todas con una concentración de 4 mol/l), respectivamente, para obtener una solución A (la concentración total del níquel, el cobalto y el manganeso era 2 mol/l), y añadir gota a gota la solución A a agua amoniacal con una concentración de 0,2 mol/l en una relación en volumen de 1:3 y agitar durante 5 minutos simultáneamente con una velocidad de rotación de 50 r/min, a continuación añadir 0,1 ml de solución de NaOH con una concentración de 2 mol/l, y mantener la velocidad original y la agitación durante 5 minutos para obtener una solución B;

(4) poner la solución B en una caldera de reacción de politetrafluoroetileno para reacción hidrotérmica a 100°C durante 2 horas, filtrar los precipitados, lavar los residuos del filtro con agua desionizada 3 veces, secar durante 4 horas a 60°C y tostar durante 1 hora a 450°C en una atmósfera de nitrógeno para obtener un catalizador $\text{Ni}^{2+}_{0,5}\text{Co}^{2+}_{0,25}\text{Mn}^{2+}_{0,25}\text{O}$;

(5) infiltrar el separador de la etapa (2) con acetato de amilo (una relación sólido-líquido de 1:0,4, empapando a 70°C durante 12 horas), después de infiltrar, llevar a cabo un tratamiento al vacío sobre el separador a 80°C durante 30 minutos, y a continuación triturar y moler el separador en polvo; y

(6) mezclar el polvo con el catalizador $\text{Ni}^{2+}_{0,5}\text{Co}^{2+}_{0,25}\text{Mn}^{2+}_{0,25}\text{O}$ obtenido en la etapa (4) en una relación en masa de 200:1, colocar la mezcla en un reactor de alta presión, hacer el vacío en el reactor, introducir nitrógeno, hacer reaccionar durante 4 horas a 400°C en una atmósfera de nitrógeno para obtener materias orgánicas de molécula pequeña, y a continuación pirolizar el catalizador que ha reaccionado, extraer el catalizador con una solución de extracción y reciclar.

Realización 2

Un método de craqueo anaeróbico para una batería de potencia según esta realización incluía las siguientes etapas de:

(1) descargar y desmontar una batería de potencia residual para obtener a su vez una célula de batería y una carcasa metálica, respectivamente, donde la carcasa metálica se reciclaba directamente;

(2) retirar un separador de la célula de batería y lavar con agua desionizada hasta que no sean visibles adherencias a simple vista, y pirolizar la célula eléctrica restante durante 4 horas a 500°C en una atmósfera de vacío para obtener polvo de electrodo;

(3) extraer los elementos níquel, cobalto y manganeso del polvo de electrodo usando una solución de extracción, (la relación molar de agua a ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno era 1:2:2) según una relación sólido-líquido de 1:3, recuperar directamente un colector de corriente, filtrar y eliminar residuos del filtro, y medir respectivamente el contenido del níquel, el cobalto y el manganeso en el filtrado mediante un método gravimétrico de dimetilglioxima, un método de titulación potenciométrica y un método de titulación con EDTA, ajustar la relación molar del níquel al cobalto y el manganeso en 250 ml de filtrado hasta 1:2:2 con una solución de níquel, una solución de cobalto y una solución de manganeso (todas con una concentración de 6 mol/l), respectivamente, para obtener una solución A (la concentración total del níquel, el cobalto y el manganeso era 4 mol/l), respectivamente, y añadir gota a gota la solución A a agua amoniacal con una concentración de 0,5 ml/l en una relación en volumen de 1:5 y agitar durante 30 minutos con una velocidad de rotación de 500 r/min, a continuación añadir 20 ml de solución de NaOH con una concentración de 4 mol/l, y agitar durante 5 minutos con una velocidad de rotación de 500 r/min para obtener una solución B;

(4) poner la solución B en una caldera de reacción de politetrafluoroetileno para reacción hidrotérmica a 120°C durante 4 horas, filtrar los precipitados, lavar los residuos del filtro con agua desionizada 5 veces, secar durante 14 horas a 70°C y tostar durante 1,5 horas a 480°C en una atmósfera de nitrógeno para obtener un catalizador $\text{Ni}^{2+}_{0,2}\text{Co}^{2+}_{0,4}\text{Mn}^{2+}_{0,4}\text{O}$;

(5) infiltrar el separador con acetato de amilo durante 12 horas a 70°C con una relación sólido-líquido de 1:0,6, realizar un tratamiento al vacío sobre el separador a 100°C durante 80 minutos, y a continuación triturar y moler el separador en polvo; y

(6) mezclar el polvo con el catalizador $\text{Ni}^{2+}_{0,2}\text{Co}^{2+}_{0,4}\text{Mn}^{2+}_{0,4}\text{O}$ obtenido en la etapa (4) en una relación en masa de 200:1, colocar la mezcla en un reactor de alta presión, hacer el vacío en el reactor, introducir nitrógeno, hacer reaccionar durante 6 horas a 550°C en una atmósfera de nitrógeno para obtener materia orgánica de molécula pequeña, y a continuación pirolizar el catalizador que ha reaccionado, extraer el catalizador con una solución de extracción y reciclar.

Realización 3

Un método de craqueo anaeróbico para una batería de potencia según esta realización incluía las siguientes etapas de:

- (1) descargar y desmontar una batería de potencia residual para obtener a su vez una célula de batería y una carcasa metálica, respectivamente, donde la carcasa metálica se reciclaba directamente;
- 5 (2) retirar un separador de la célula de batería y lavar con agua desionizada hasta que no sean visibles adherencias a simple vista, y pirolizar la célula eléctrica restante durante 4 horas a 500°C en una atmósfera de vacío para obtener polvo de electrodo;
- 10 (3) extraer los elementos níquel, cobalto y manganeso del polvo de electrodo usando una solución de extracción, (la relación molar de agua a ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno era 1:3:3) según una relación sólido-líquido de 1:3, recuperar directamente un colector de corriente, filtrar y eliminar residuos del filtro, y medir respectivamente el contenido del níquel, el cobalto y el manganeso en el filtrado mediante un método gravimétrico de dimetilglioxima, un método de titulación potenciométrica y un método de titulación con EDTA, ajustar la relación molar del níquel al cobalto y el manganeso en 500 ml de filtrado hasta 1:3:3 con una solución de níquel, una solución de cobalto y una solución de manganeso (todas con una concentración de 6 mol/l), respectivamente,
- 15 para obtener una solución A (la concentración total del níquel, el cobalto y el manganeso era 6 mol/l), respectivamente, y añadir gota a gota la solución A a agua amoniacal con una concentración de 0,8 mol/l a una relación en volumen de 1:7 y agitar durante 60 minutos con una velocidad de rotación de 1.000 r/min, a continuación añadir 45 ml de solución de NaOH con una concentración de 6 mol/l, y agitar durante 30 minutos con una velocidad de rotación de 1.000 r/min para obtener una solución B;
- 20 (4) poner la solución B en una caldera de reacción de politetrafluoroetileno para reacción hidrotérmica a 150°C durante 6 horas, filtrar los precipitados, lavar los residuos del filtro con agua desionizada 7 veces, secar durante 24 horas a 80°C y tostar durante 2 horas a 500°C en una atmósfera de nitrógeno para obtener un catalizador $\text{Ni}^{2+}_{0,142}\text{Co}^{2+}_{0,419}\text{Mn}^{2+}_{0,429}\text{O}$;
- 25 (5) infiltrar el separador con acetato de amilo durante 24 horas a 80°C con una relación sólido-líquido de 1:0,8, realizar un tratamiento al vacío sobre el separador a 120°C durante 120 minutos, y a continuación triturar y moler el separador en polvo; y
- 30 (6) mezclar el polvo con el catalizador $\text{Ni}^{2+}_{0,142}\text{Co}^{2+}_{0,429}\text{Mn}^{2+}_{0,429}\text{O}$ obtenido en la etapa (4) en una relación en masa de 200:1, colocar la mezcla en un reactor de alta presión, hacer el vacío en el reactor, introducir nitrógeno, hacer reaccionar durante 8 horas a 700°C en una atmósfera de nitrógeno para obtener materia orgánica de molécula pequeña, y a continuación pirolizar el catalizador que ha reaccionado, extraer el catalizador con una solución de extracción y reciclar.

Ejemplo comparativo 1 (CN108941162A)

Un procedimiento de recuperación y selección por craqueo anaeróbico para una batería de litio incluía las siguientes etapas de:

- 35 etapa 1: alimentar una batería de litio a una trituradora para trituración;
- etapa 2: triturar, mediante la trituradora, la batería de litio, y transportar, mediante una planta de transporte, la batería de litio a una máquina de soplado;
- 40 etapa 3: separar, mediante la máquina de soplado, bloques metálicos y carcasas de plástico con mayor peso específico, y aportar materiales mixtos de placas catódicas y anódicas, separadores y plásticos con menor peso específico a un horno de craqueo anaeróbico de alta temperatura a través de la planta de transporte después de hacer el vacío, donde la temperatura del horno de craqueo anaeróbico de alta temperatura era superior a 300°C, se hizo el vacío en el horno de craqueo anaeróbico de alta temperatura y se mantuvo cerrado antes de añadir los materiales mixtos, la planta de transporte mantenía un estado de vacío durante el procedimiento de transporte, y los plásticos y los separadores impurificados en los materiales mixtos se craquearon para generar gas combustible, que se descargó y recogió, y solo las placas catódicas y anódicas y una pequeña cantidad de metal se dejaban en el material mixto después del craqueo;
- 45 etapa 4: alimentar las placas catódicas y anódicas a un descomponedor de alta velocidad, triturar de nuevo, mediante el descomponedor de alta velocidad, las placas catódicas y anódicas en polvo para la descomposición y separación, y descomponer, mediante el descomponedor, los materiales en gránulos metálicos con mayor granularidad y polvo del cátodo y el ánodo con menor granularidad;
- 50 etapa 5: alimentar los materiales descompuestos y separados a un colector ciclónico a través de presión negativa, agregar, mediante el colector ciclónico, el polvo del cátodo y el ánodo recogido a través de un sistema de recogida de polvo equipado con un ventilador, y recoger, mediante el sistema de recogida de polvo, el polvo del cátodo y el ánodo;

etapa 6: tamizar, mediante una planta de tamizado, los materiales con gránulos más gruesos que quedan después de ser recogidos por el colector ciclónico, y tamizar el polvo del cátodo y el ánodo con granularidad creciente, la mezcla de cobre-aluminio y los gránulos metálicos grandes, respectivamente;

5 etapa 7: separar el cobre y el aluminio con diferentes pesos específicos después del tamizado, la selección y la selección por pesos específicos múltiple de la mezcla de metales tamizada; y

etapa 8: clasificar el polvo del cátodo y el ánodo, el metal y el plástico obtenidos.

Comparación de los efectos de degradación:

10 Los productos obtenidos llevando a cabo el craqueo anaeróbico según la realización 2 y el Ejemplo Comparativo 1 se detectaron mediante cromatografía de gases, respectivamente. Los resultados de rendimiento se muestran en la FIG. 2. Puede verse en la FIG. 2 que el rendimiento de productos micromoleculares C1-C10 en el Ejemplo Comparativo 1 es inferior, mientras que el rendimiento de productos macromoleculares de por encima de C11 es superior. Por el contrario, en el Ejemplo 2, el rendimiento de productos micromoleculares C1-C4 y C5-C10 es superior, mientras que el rendimiento de productos macromoleculares es inferior. Los resultados de la detección por cromatografía de gases se muestran en la FIG. 3. Por lo tanto, se indica que el efecto del craqueo anaeróbico de la realización 2 es mejor que el del Ejemplo Comparativo 1, y los productos son materias orgánicas de molécula pequeña y tienen valores de utilización industrial. El separador simplemente recuperado en el Ejemplo Comparativo 1 es una mezcla de diversos polímeros de alto peso molecular, que puede dañarse y tiene un bajo valor de recuperación. Sin embargo, el separador de la presente invención después de la degradación puede usarse como gas combustible para servir, por un lado, como fuente de energía y, por otro lado, puede servir como materia prima industrial.

20 El método de craqueo anaeróbico de la batería de potencia proporcionado por la presente invención se ha introducido en detalle anteriormente, y el principio y la ejecución 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 poner en práctica la presente invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema, y ejecutar cualquier método combinado. Debe señalarse que, para los expertos normales en la técnica, pueden realizarse varias mejoras y modificaciones en la presente invención sin apartarse del principio de la presente invención, y estas mejoras y modificaciones también se encuentran dentro del alcance de protección de las reivindicaciones de la presente invención. El alcance de protección de la presente invención se define por las reivindicaciones, y puede incluir otras realizaciones que puedan pensar los expertos en la técnica. Si estas otras realizaciones tienen elementos estructurales que no son diferentes de la expresión literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes que no son materialmente diferentes de la expresión literal de las reivindicaciones, estas otras realizaciones también deben incluirse en el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método de craqueo anaeróbico de una batería de potencia, que comprende:

(1) desmontar una batería de potencia residual para obtener una célula de batería y una carcasa metálica, respectivamente;

5 (2) retirar un separador de la célula de batería y lavar para su uso posterior, y pirolizar la célula de batería para obtener polvo de electrodo;

(3) extraer los elementos níquel, cobalto y manganeso del polvo de electrodo usando una solución de extracción, filtrar, retirar el filtrado, ajustar el filtrado usando una solución de níquel, una solución de cobalto y una solución de manganeso para obtener una solución A, añadir gota a gota la solución A a agua amoniacal para agitación, añadir un líquido alcalino y agitar para obtener una solución B;

(4) dejar que la solución B se someta a una reacción hidrotérmica, filtrar, cocer y tostar la solución B para obtener un catalizador;

(5) infiltrar el separador de la etapa (2) con un disolvente, llevar a cabo un tratamiento al vacío sobre el separador, y a continuación triturar y moler el separador para obtener polvo; y

15 (6) mezclar el polvo con el catalizador de la etapa (4) para una reacción para obtener materias orgánicas de molécula pequeña C1-C4 y C5-C10;

el catalizador de la etapa (4) tiene una fórmula química de $Ni^{2+}_{1-x-y}Co^{2+}_xMn^{2+}_yO$, donde $0,25 \leq x < 0,45$ y $0,25 \leq y < 0,45$; la solución de extracción de la etapa (3) es una de una solución mixta de ácido nítrico y oxidante o ácido clorhídrico; las materias orgánicas de molécula pequeña C1-C4 y C5-C10 de la etapa (6) son hidrocarburos saturados o insaturados con una cadena de carbonos de 1 carbono a 10 carbonos.

2. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que la pirólisis de la etapa (2) se lleva a cabo a una temperatura de 400°C a 600°C en un ambiente de vacío y dura de 2 horas a 8 horas.

3. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que el oxidante es al menos uno de peróxido de hidrógeno, peróxido de potasio, hipoclorito de sodio o hipoclorito de potasio.

25 4. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que la solución de níquel, la solución de cobalto y la solución de manganeso de la etapa (3) son al menos uno de nitratos, hidroclocluros o sulfatos de níquel, cobalto y manganeso.

5. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que la relación molar del níquel al cobalto y el manganeso en la solución A de la etapa (3) es 1:(0,5 a 3):(0,5 a 3).

30 6. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que la reacción hidrotérmica de la etapa (4) se lleva a cabo a una temperatura de 100°C a 150°C y dura de 2 horas a 6 horas.

7. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que la tostadura de la etapa (4) se lleva a cabo a una temperatura de 450°C a 500°C en una atmósfera de nitrógeno y dura de 1 hora a 2 horas.

35 8. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que el disolvente de la etapa (5) es acetato de amilo.

9. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que el tratamiento al vacío de la etapa (5) se lleva a cabo a una temperatura de 80°C a 120°C y dura de 30 minutos a 120 minutos.

10. El método de craqueo anaeróbico según la reivindicación 1, en el que la reacción de la etapa (6) se lleva a cabo a una temperatura de 400°C a 700°C y dura de 4 horas a 8 horas.

40

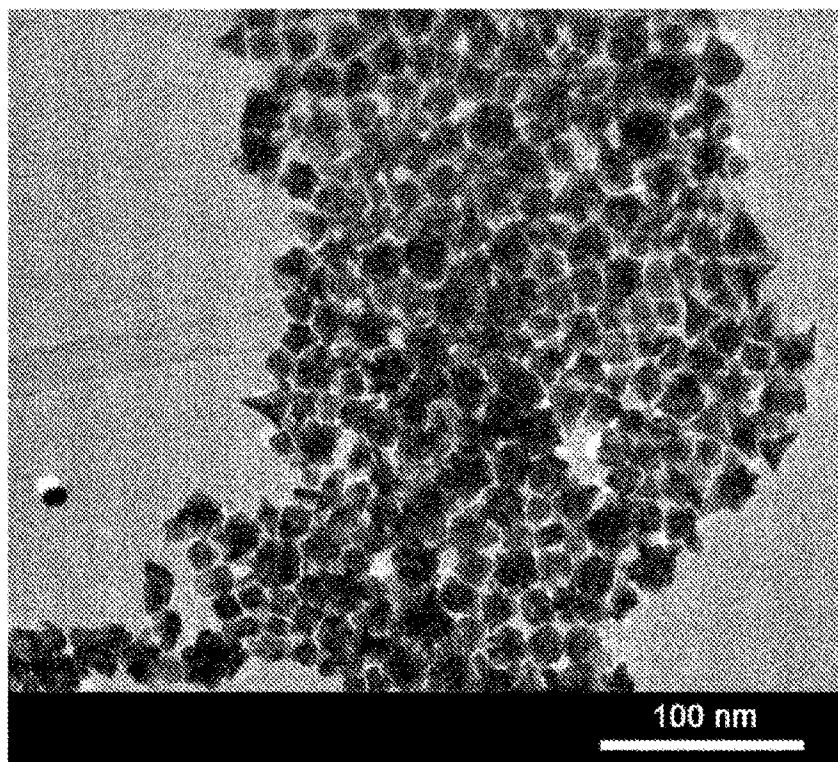


FIG. 1

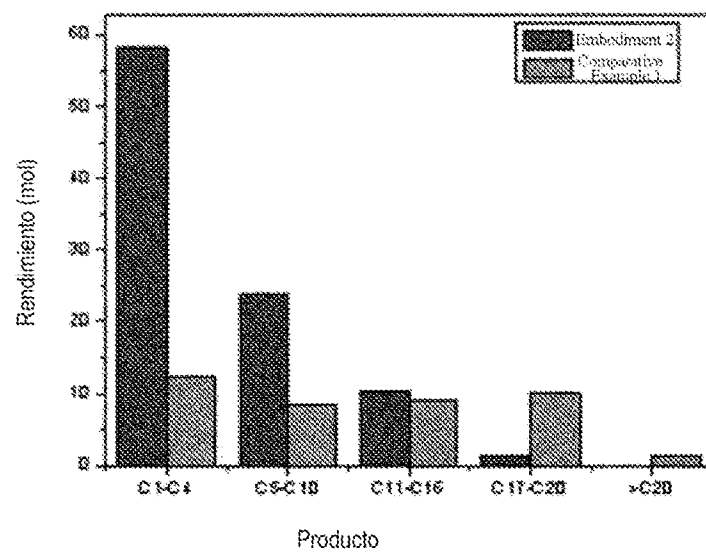


FIG. 2

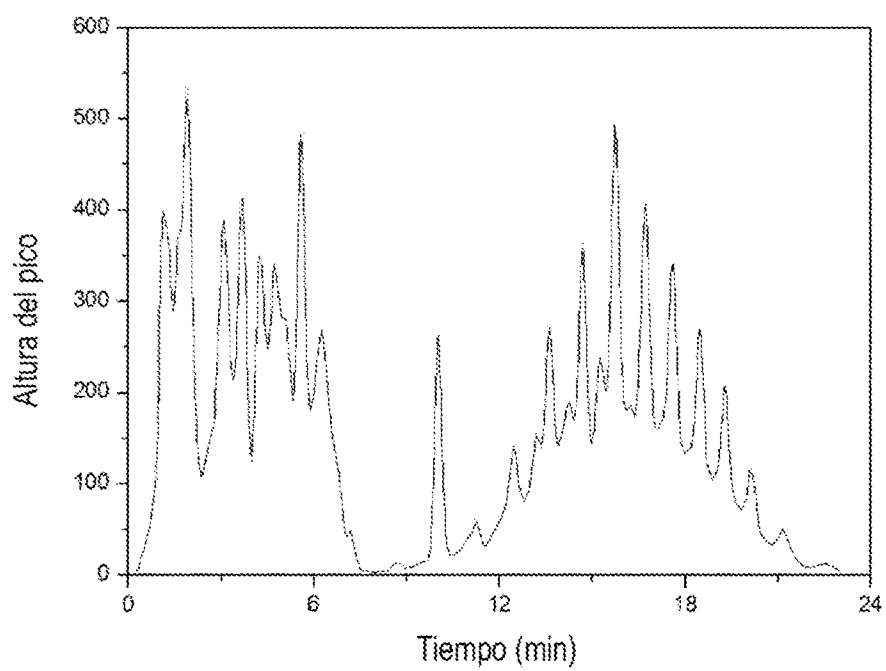


FIG. 3